Michel **Merle**, Gilles **Dautel**

Chirurgie de la main
l'urgence

Chirurgie de la main. L'urgence

Chez le même éditeur

Du même auteur

La main traumatique, sous la direction de M. Merle, G. Dautel.

Tome 2 – Chirurgie secondaire, le poignet traumatique, 1995, 488 pages.

Tome 3 – Chirurgie de la main. Affections rhumatismales, dégénératives. Syndromes canalaires, 2007, 456 pages.

Chez le même éditeur

Pathologies chroniques de la main et du poignet, par M. Papaloïzos et G. Chick, 2014, 372 pages.

Urgences de la main et du poignet, par G. Chick et M. Papaloïzos, 2014, 308 pages.

Manuel pratique de chirurgie orthopédique, par B. Jolles, 2013, 624 pages.

Chez le même éditeur

Imagerie musculosquelettique – Pathologies générales, 2e édition, par A. Cotten. Collection Imagerie médicale – Précis, 2013, 1064 pages.

Imagerie musculosquelettique – Pathologies locorégionales, par A. Cotten. Collection Imagerie médicale – Précis, 2008, 880 pages.

Traumatologie du rachis, par N. Biga. Collection Imagerie médicale – Diagnostic, par J.-C. Dosch, 2012, 256 pages.

13 mises au point en chirurgie de la hanche, par D. Huten. Cahier d'enseignement de la SOFCOT, 2012, 256 pages.

Chirurgie des traumatismes du pied et de la cheville, par N. Biga. Collection Techniques chirurgicales, 2010, 348 pages.

Imagerie du pied et de la cheville, par J.-L. Drapé, H. Guerini. Collection Imagerie médicale – Diagnostic, 2010, 320 pages.

Pathologie du pied et de la cheville, par T. Leemrijse, B. Valtin. 2009, 848 pages.

Pathologie articulaire et péri-articulaire des membres, par J.-M. Lerais. 2009, 592 pages.

Chirurgie de la main. L'urgence

Michel Merle

Professeur des universités, ancien chef du service de chirurgie plastique
et reconstructrice de l'appareil locomoteur, CHU de Nancy

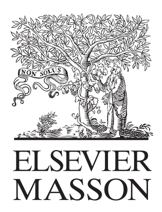
Directeur de l'Institut européen de la main,
centre hospitalier Kirchberg, Luxembourg

Gilles Dautel

Professeur des universités, chef du service de chirurgie plastique
et reconstructrice de l'appareil locomoteur, CHU de Nancy

Illustrations de C. Witt-Deguillaume et C. Martinet

4e édition



ELSEVIER
MASSON

ISBN : 978-2-294-75029-8
eISBN : 978-2-294-75083-0

Elsevier Masson SAS, 62, rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-les-Moulineaux cedex
www.elsevier-masson.fr

Liste des collaborateurs

Baeckelmans Ivo, médecin anesthésiste-réanimateur. Centre hospitalier Kirchberg, Luxembourg.

Camps Christophe, ancien praticien Hospitalier au CHU de Nantes, chirurgien orthopédiste, chirurgien de la main, Institut Européen de la Main - Nancy-Maxéville et Centre hospitalier Kirchberg, Luxembourg.

Chardel Philippe, ancien assistant-chef de clinique au CHU de Nancy, service de chirurgie plastique et reconstructrice de l'appareil locomoteur, clinique Keraudren, Brest.

Colling Emile, médecin anesthésiste-réanimateur. Centre hospitalier Kirchberg, Luxembourg.

Dap François, professeur des Universités-praticien hospitalier, service de chirurgie plastique et reconstructrice de l'appareil locomoteur au CHU de Nancy.

Dautel Gilles, professeur des Universités, chef du service de chirurgie plastique et reconstructrice de l'appareil locomoteur au CHU de Nancy.

Durand Alexandre, ancien assistant-chef de clinique au CHU de Reims, chirurgien orthopédiste, chirurgien de la main, Institut européen de la Main, Médipôle Gentilly-Saint-Jacques, Nancy-Maxéville.

Galeazzi jean Pierre, médecin anesthésiste-réanimateur. Centre hospitalier Kirchberg, Luxembourg.

Isel Micheline, masseur-kinésithérapeute, mécanicien orthopédiste, Institut européen de la Main, Centre hospitalier Kirchberg, Luxembourg.

Jager Thomas, ancien assistant-chef de clinique au CHU de Nancy, chirurgien orthopédiste, chirurgien de la main, Institut Européen de la Main - Centre hospitalier Kirchberg, Luxembourg

Lallemand Bernard, chirurgien orthopédiste, Institut européen de la Main, Centre hospitalier Kirchberg, Luxembourg.

Lahiri Amitabha, practicien hospitalier, Department of Hand and Reconstructive Microsurgery, National University Hospital, Singapore.

Lim aymeric Y.T., professeur associé, ancien chef, Department of Hand and Reconstructive Microsurgery, National University Hospital, Singapore.

Loda Guillermo, professeur, chef du service de chirurgie de la main, Buenos-Aires, Argentine.

Merle Michel, professeur des Universités, ancien chef du service de chirurgie plastique et reconstructrice de l'appareil locomoteur, CHU de Nancy. Fondateur de l'Institut européen de la Main, Nancy et Centre hospitalier Kirchberg, Luxembourg.

Ooi Adrian, practicien hospitalier, Department of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery, Singapore General Hospital, Singapore.

Vaienti Luca, professeur, directeur de la chaire de chirurgie plastique et reconstructrice à l'université de Milan et Instituto policlinico San Donato Milanese, Italie.

Voche Philippe, ancien praticien hospitalo-universitaire, service de chirurgie plastique et reconstructrice de l'appareil locomoteur au CHU de Nancy. Centre Hospitalier Intercommunal, Fréjus, Saint-Raphaël.

Welter Jo, médecin anesthésiste-réanimateur. Centre hospitalier Kirchberg, Luxembourg.

Remerciements

À la mémoire du professeur Jacques Michon, du professeur J. W. Littler et du professeur H. J. Buncke qui m'ont transmis si généreusement leur savoir.
À la Donation André Bouriez.
À Michel et Yseult Bouriez et leurs enfants Christian, Hélène et Ghislain qui par leur mécénat contribuent à former au plus haut niveau les nouvelles générations de chirurgiens de la main.
Au Docteur Raymond Lies, chirurgien, directeur général honoraire du centre hospitalier Kirchberg à Luxembourg, qui nous a permis de développer le département de chirurgie de la main et de créer le premier service SOS Main au Grand-Duché de Luxembourg ainsi que le *Medical* Training Center.
À Beat LEU qui par son soutien a permis la diffusion internationale de ce livre en plusieurs langues.
Au docteur Sylvie Merle-Michon qui a assuré la relecture de ce traité.

Abréviations

AA artère axillaire
ACIS artère circonflexe iliaque superficielle
AINS anti-inflammatoire non stéroïdien
ALR anesthésie locorégionale
ALRIV anesthésie locorégionale par voie intraveineuse
AO (groupe) Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
APL *abductor pollicis longus* (long abducteur du pouce)
ASC artère sous-clavière
CESUM Confédération européenne des services d'urgence de la main
CMC articulation carpo-métacarpienne
DIML *dorsal intermetacarpal ligament* (ligament intermétacarpien dorsal)
DRL *dorsoradial ligament* (ligament postérieur oblique de Kuhlmann)
ECRL *extensor carpi radialis longus* (muscle long extenseur radial du carpe)
EIAS épine iliaque antéro-supérieure
FCP fléchisseur commun profond
FCR *flexor carpi radialis* (muscle fléchisseur radial du carpe)
FCS fléchisseur commun superficiel
FCU *flexor carpi ulnaris* (muscle fléchisseur ulnaire du carpe)
FDP *flexor digitorum profundus* (muscle fléchisseur profond des doigts)
FESUM Fédération européenne des services d'urgence de la main
FT facteur tissulaire
GHOISS *Ganga hospital open injury severity score*
HBPM héparinothérapie à bas poids moléculaire
IFSSH *International Federation of Societies for Surgery of the Hand* (Fédération internationale des sociétés de chirurgie de la main)
IML *intermetacarpal ligament* (ligament intermétacarpien)
IOP (lambeau) interosseux postérieur
IP articulation interphalangienne
IPD articulation interphalangienne distale
IPP articulation interphalangienne proximale
IRM imagerie par résonnance magnétique
IV intraveineuse
LEP long extenseur du pouce
LFP long fléchisseur du pouce
MC articulation métacarpo-phalangienne
MESS *mangled extremity severity score*
MGP muscle grand pectoral
MPP muscle petit pectoral
OMS Organisation mondiale de la santé
ORL oto-rhino-laryngologie
PDS polydioxanone
POL *posterior oblique ligament* (ligament postérieur oblique)
PR point de rotation
SAOL *superficial anterior oblique ligament* (ligament antérieur oblique superficiel)
SCM *sternocleidomastoid muscle* (muscle sternocléidomastoïdien)
SDDP seuils de discrimination de deux points
SMAS système musculo-aponévrotique superficiel
STT articulation scapho-trapézo-trapézoïdienne
TCU tendon conformateur universel
TM articulation trapézo-métacarpienne
TTMP traitement tout en un temps avec mobilisation précoce
UCL *ulnar collateral ligament* (ligament collatéral ulnaire)
VA veine axillaire

Avant-propos à la 4e édition

Depuis la 1re édition de ce traité de chirurgie de la main dédié à l'urgence en 1992 cette discipline a connu un développement extraordinaire sur le plan international. Tous les pays à économie moderne ont organisé des unités de chirurgie de la main aussi bien dans le secteur hospitalier public que libéral. Les services d'accueil des urgences sont devenus vigilants pour reconnaître une dévascularisation d'un doigt ou d'une main qui impose une prise en charge microchirurgicale rapide.

Le chirurgien de la main est multiculturel de formation car il doit être à la fois orthopédiste, plasticien, microchirurgien. Sa culture lui impose de connaître l'anatomie et la biomécanique de la main, les principes de la cicatrisation tendineuse et de la régénération nerveuse. Le raffinement des protocoles de rééducation et des orthèses impliquent également une parfaite collaboration entre les chirurgiens, les médecins de rééducation, les orthésistes-appareilleurs, les kinésithérapeutes et les ergothérapeutes.

Cette 4e édition s'est enrichie, pour la plupart des chapitres, des nouvelles techniques chirurgicales en privilégiant celles qui autorisent une rééducation précoce, le plus souvent sous la protection d'orthèses. Dans les indications nous avons également tenu compte du contexte socio-économique qui demande de privilégier les techniques favorisant une reprise rapide des activités professionnelles.

Thomas Jager, issu également de l'école de Nancy, a contribué par sa culture et son expérience à enrichir ce travail par de nombreux cas cliniques illustrés de documents de grande qualité.

Le chirurgien de la main doit être ambitieux dans sa démarche pour traiter un blesse de la main, ce qui lui impose de réunir autour de lui une véritable équipe qui accepte de travailler dans l'urgence. Le professeur Lim et son équipe de la *National University Hospital* à Singapour développe, au début de ce traité, la microchirurgie d'urgence. Nous le remercions de nous faire partager sa remarquable expérience qui concerne toute la filière de soins d'une unité de chirurgie de la main.

Nous tenons à remercier tous nos amis qui par leur passion, leur compétence, leur biliguisme ont accepté de réaliser des éditions propres à leur pays, en particulier le professeur Stefan Rehard de Francfort qui a assuré les éditions allemandes, le professeur Guillermo Loda de Buenos-Aires et le Docteur Marcelo Racca de Cordoba pour les éditions espagnoles, le professeur Luca Vaienti de Milan pour l'édition italienne, le Professeur Aymeric Lim pour l'édition en anglais. Seuls de grands chirurgiens de la main parfaitement bilingues pouvaient mener à bien cet énorme travail.

Les éditions Elsevier-Masson nous ont une fois de plus apporté leur compétence et font bénéficier ce travail d'une nouvelle présentation particulièrement attrayante, qu'ils en soient remerciés.

Michel Merle

Chapitre 1

Anesthésie locorégionale du membre supérieur

J.-P. Galeazzi, I. Baeckelmans, É. Colling, J. Welter

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

La chirurgie de la main peut, dans la plupart des cas, être réalisée sous anesthésie locorégionale (ALR) grâce aux progrès et à la fiabilité des techniques. Seule l'ALR permet de maintenir un dialogue entre le patient et l'équipe médicochirurgicale durant l'intervention facilitant la prise en charge et la surveillance, notamment en ambulatoire.

Ce chapitre décrit les avancées et la place incontournable prise par l'échographie et le recul progressif de la neurostimulation exclusive. Si, en effet, seule l'échographie est capable de rendre visible l'anatomie et ses variations, elle n'est pas infaillible et nécessite d'être associée à la neurostimulation.

Qu'est-ce que l'anesthésie locorégionale ?

Les premières descriptions d'ALR remontent aux années 1800 avec William Halsted et Richard Hall.

L'ALR consiste à déposer au contact des nerfs, à l'aide d'une aiguille, un agent qui bloquera la conduction de l'influx nerveux de façon temporaire et réversible. Elle permet de n'endormir que la partie du corps au niveau de laquelle aura lieu l'acte chirurgical.

Pour réussir une ALR, il est indispensable de connaître parfaitement l'anatomie descriptive et topographique du système nerveux, ainsi que ses variantes.

La mise au point d'anesthésiques plus sûrs, l'utilisation de nouvelles aiguilles et de nouveaux cathéters et la neurostimulation ont permis à l'ALR de répondre avec plus de sécurité et de précision, moins d'effets secondaires ou de complications, aux problèmes posés par ce type d'anesthésie dans le cadre de la chirurgie de la main en urgence ou programmée.

Mais l'évolution majeure de l'ALR au cours de ces dernières années reste l'apport de l'échographie, qui permet à l'anesthésiste de ne plus travailler en « aveugle » mais de suivre en temps réel la progression de l'aiguille vers le nerf en évitant les structures à risque.

Conditionnement du blessé dans le cadre de l'urgence

Sur le lieu même d'un accident traumatique grave d'un membre, les premiers gestes sont d'une importance capitale pour la suite de la prise en charge.

Le membre traumatisé sera protégé par un pansement compressif (sans coton) plus ou moins serré selon le risque hémorragique. Habituellement, il n'y aura pas de garrot, sauf dans certains cas bien particuliers : présence d'une détresse vitale respiratoire ou cardiaque associée à une lésion hémorragique du membre, nombreux blessés sur les lieux de l'accident, faible nombre de secouristes… Le garrot doit être large et serré de façon à assurer la disparition du pouls radial. Il est impératif de noter sur le blessé l'heure de la pose de ce garrot. Au niveau du membre supérieur, le garrot est le plus souvent inutile et même nocif; un simple pansement compressif est suffisant.

Aucun produit antiseptique ne doit être déposé sur la plaie. Aucun antibiotique, aucun apport hydrique ou alimentaire ne seront donnés au blessé qui sera dirigé au plus vite vers un centre spécialisé.

En cas de section complète, tous les segments seront ramassés, emballés dans un pansement stérile et mis soit dans un container isotherme à basse température, soit enfermés dans un sac plastique qui sera posé sur un lit de glace. En aucun cas les segments ne doivent être enfouis dans la glace, posés directement sur celle-ci, plongés dans un liquide quelconque ou même nettoyés.

Le blessé sera recouvert d'une couverture et le membre surélevé et immobilisé de façon à diminuer la douleur et le stress.

Anesthésie locorégionale

Déroulement

Information

En cas de chirurgie réglée, la consultation préanesthésique aura eu lieu dans les jours voire la semaine précédant l'intervention avec les mêmes exigences que pour une anesthésie générale. En effet, à tout moment, il peut être nécessaire de convertir une ALR en anesthésie générale. Seuls les patients dont l'anamnèse et l'examen clinique auront fait suspecter un trouble de l'hémostase bénéficieront d'un bilan complémentaire.

Un examen neurologique sera pratiqué et consigné dans le dossier avant la réalisation du bloc, surtout dans le cadre de l'urgence.

Une fiche d'information sera remise au patient qui devra la signer après en avoir pris connaissance (voir Annexe).

L'installation

À son arrivée, le patient sera installé dans une salle réservée à la réalisation et à la surveillance des ALR. Il est souhaitable qu'il soit à jeun pour les opérations programmées, ce qui n'est pas toujours le cas dans le cadre de l'urgence.

Une procédure permettant d'identifier clairement le site à opérer a été mise en place, dans notre service, en amont de la check-list de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et avant toute sédation.

Le patient sera placé sous monitoring cardiorespiratoire, une voie veineuse sera installée ainsi que l'administration d'oxygène, comme pour une anesthésie générale. Il recevra une légère sédation par voie veineuse, le plus souvent à base de midazolam permettant de garder un contact verbal indispensable pour détecter une éventuelle injection intraneurale ou une intoxication aux anesthésiques locaux [20] En cas de fracture un complément de sédation par kétamine est parfois nécessaire.

L'asepsie sera rigoureuse (badigeonnage chirurgical, rasage, masques, gants stériles, gel et housses de sondes d'échographie stériles). Le repérage sonoanatomique sera classique et large, au besoin la neurostimulation permettra de vérifier le positionnement précis de l'aiguille en recherchant les réponses motrices qui correspondent aux nerfs concernés.

Un test aspiratif prudent vérifiera que l'on n'est pas en intravasculaire. L'injection des anesthésiques locaux sera lente, fractionnée, toujours avec le maintien du contact verbal.

L'endormissement du membre est progressif, allant de quelques minutes à quelques dizaines de minutes suivant les produits utilisés. Il est contrôlé en testant la motricité et la sensibilité du bras, de l'avant-bras ou de la main. Si nécessaire, un bloc tronculaire de complément sera réalisé avant le transfert en salle d'opération. En cas d'échec, le recours à une anesthésie générale sera nécessaire.

L'anesthésiste et/ou un infirmier/ère anesthésiste sera présent(e) durant tout l'acte chirurgical.

En salle d'opération, le patient pourra choisir de rester totalement éveillé, ce qui permettra au chirurgien de communiquer avec lui, ou bien de demander une légère sédation ou encore écouter de la musique par l'intermédiaire d'un casque.

La surveillance post-opératoire sera poursuivie en salle de réveil.

La prise en charge de la douleur se fait par une association d'antalgiques par voie IV ou orale en cas de bloc de courte durée. Le patient ambulatoire reçoit à sa sortie une prescription d'antalgiques ainsi que des recommandations (voir Annexe).

Le retour à domicile se fera le plus souvent avant la levée du bloc-moteur, accompagné d'une autre personne et en respectant les recommandations habituelles de l'hospitalisation de jour. Les consignes sont de garder le bras dans une écharpe le temps du bloc-moteur et de faire attention aux surfaces chaudes pour éviter les brûlures du membre anesthésié.

Avantages de l'anesthésie locorégionale

Sur la douleur

Le soulagement de la douleur est immédiat, permettant des investigations radiologiques dans de meilleures conditions de confort ainsi que l'exploration des plaies avant la chirurgie proprement dite.

L'analgésie post-opératoire est plus efficace, plus longue et de durée modulable suivant les produits utilisés [8, 15].

L'atténuation de la réponse au stress chirurgical est obtenue par le blocage des afférences nociceptives.

La mobilisation passive précoce est habituelle et accélère la restauration de la fonction. L'inconfort et les troubles du sommeil dus à la douleur sont considérablement réduits.

Limitation des effets secondaires

L'ALR permet la réduction des problèmes de somnolence, de dépression respiratoire, de nausées ou vomissements [8] et de prurit dus aux morphiniques. De même, les réactions hyperalgiques que peuvent avoir certains patients aux morphiniques sont réduites [7, 3, 13]. Les fonctions immunologiques péri-opératoires sont préservées et les phénomènes de rétention urinaire disparaissent de même que les troubles de la vigilance, sauf si une forte sédation est associée à l'ALR. Le retentissement hémodynamique est moindre [8] et, enfin, le patient peut boire et s'alimenter plus tôt.

Réduction des risques

L'ALR diminue les risques de régurgitation si le patient n'est pas à jeun. Il n'y a bien sûr plus de traumatisme dentaire puisqu'il n'y a pas d'intubation, ni de douleurs pharyngées ou d'enrouement.

Les fonctions respiratoires sont préservées et le fait qu'il n'y ait plus de ventilation assistée a fait disparaître les risques de volo- ou de barotraumatisme et d'atélectasie.

Sortie

Le temps d'hospitalisation est très court. Quelques heures après le geste chirurgical, le patient peut retourner accompagné à son domicile. Il sera encore sous bloc résiduel sensitivomoteur qui améliorera son confort post-opératoire.

Critères économiques

L'ALR présente l'avantage d'un coût inférieur pour la collectivité en raison d'une technique plus simple et d'une surveillance moins lourde qu'une anesthésie générale, en raison d'un gain de temps dû à l'ambulatoire, en raison enfin de la réduction considérable des infections nosocomiales.

Autres

L'ALR est possible à tous les âges à partir d'environ 7 ans. Elle est bien supportée par les personnes âgées et préférable à une anesthésie générale. Par une reprise précoce de la mobilité, elle réduit de façon importante les risques thromboemboliques post-opératoires.

Contre-indication à l'anesthésie locorégionale

Il y a peu de contre-indications à l'ALR. Le refus du patient devra toujours être respecté. Les contre-indications peuvent être d'ordre général ou local.

La connaissance d'une allergie aux anesthésiques locaux ou aux adjuvants, une infection généralisée avec des signes systémiques, un état de choc hémorragique, une détresse vitale, un coma ou de multiples fractures interdisent la pratique d'une ALR.

Sur le plan local, l'ALR ne pourra être administrée si, au point de ponction, on observe une infection, des souillures importantes ou un délabrement tissulaire. Elle sera également impossible si, pour l'acte chirurgical, le patient doit être mis dans une position difficile (décubitus ventral ou latéral).

Bien entendu, cette technique doit être réalisée par des anesthésistes particulièrement formés et entraînés.

La plupart des maladies systémiques telles que le diabète, les maladies inflammatoires, l'épilepsie, une obésité importante ne sont plus que des contre-indications relatives qu'il faut évaluer au cas par cas. D'autre part, chaque bloc possède ses contre-indications propres qui seront vues dans les chapitres respectifs.

Une attention particulière est portée aux patients sous traitements anticoagulants ou antiagrégants : leur interruption dans le but de réaliser une ALR devra être sérieusement évaluée en matière de bénéfice-risque.

- Pour l'arrêt des antiagrégants, nous suivons les recommandations européennes actuelles qui sont de 3 jours pour l'aspirine, 5 jours pour le clopidogrel et le ticagrelor et 7 jours pour le prasugrel.
- La prise d'aspirine n'est plus considérée comme une réelle contre-indication à la réalisation de blocs périphériques superficiels.
- En ce qui concerne les anticoagulants (que ce soit les antivitamines K ou les nouveaux anticoagulants oraux), les blocs possibles sont les plus périphériques car accessibles à une compression hémostatique : bloc axillaire et supraclaviculaire. Le bloc infra-claviculaire est une contre-indication, le bloc interscalénique reste très discuté et nous ne recommandons pas sa réalisation si le patient est sous anticoagulant. Les modalités d'arrêt du traitement sont fondées sur les recommandations européennes et varient de 2 à 4 jours.

Anesthésiques et adjuvants

Anesthésiques locaux

Les anesthésiques locaux agissent en bloquant les canaux sodiques au niveau des neurones, ce qui a pour conséquence de bloquer le potentiel d'action, donc la transmission neuronale. Ces produits, potentiellement toxiques, ne peuvent être utilisés qu'en milieu spécialisé, dans une structure équipée de matériel de réanimation.

Plus que la quantité de produit utilisée, c'est la vitesse d'injection qui est dangereuse. Elle doit donc être très lente et fractionnée (5 par minute) avec un test aspiratif pour dépister une injection intravasculaire. Le monitoring cardiaque et le contact verbal avec le patient sont deux bons moyens de surveillance d'une éventuelle intoxication aux anesthésiques locaux.

Le tableau 1.1 résume les doses recommandées d'anesthésiques locaux lors de la première injection pour un bloc du membre supérieur chez un adulte d'environ 70 kg en bonne santé.

Ces doses sont données à titre indicatif et comparatif selon les produits utilisés. Des études sont encore en cours pour évaluer les doses maximales autorisées des anesthésiants les plus récents, notamment chez la femme enceinte.

Tableau 1.1. Doses maximums injectables des anesthésiques locaux.

Anesthésiques	Dose max. bloc membre supérieur chez un adulte d'environ 70 kg
Lidocaïne 1–2 %	400 mg
Lidocaïne adrénalinée	500 mg
Mépivacaïne 1–2 %	350–400 mg
Ropivacaïne 0,2–0,75–1 %	225–300 mg
Lévobupivacaïne 0,125–0,5 %	150 mg

Signes d'intoxication aux anesthésiques locaux

Rappelons que la toxicité est principalement due à l'injection trop rapide de l'anesthésique et/ou à l'injection intravasculaire directe et/ou à une résorption trop rapide.

Elle peut être de type neurologique se manifestant par des céphalées, des troubles du comportement ou du langage, l'apparition de phosphènes et d'acouphènes, d'un goût métallique dans la bouche, des paresthésies périorales et parfois même des convulsions.

En cas de toxicité cardiaque, on observe des troubles du rythme pouvant aller jusqu'à l'arrêt cardiaque.

La bupivacaïne, largement utilisée par le passé, ne l'est plus à cause précisément de sa toxicité cardiaque demandant une réanimation quasi instantanée et difficile.

La ropivacaïne et la lévobupivacaïne sont actuellement préférentiellement utilisées car beaucoup plus sûres.

Après plus de 20 000 ALR effectuées en huit ans, nous n'avons observé que quelques cas d'intoxication neurologiques allant jusqu'à l'épilepsie et aucun cas de toxicité cardiaque.

Adjuvants

L'utilisation d'adjuvants a comme conséquence immédiate de diminuer les effets neurotoxiques directs des anesthésiques locaux et ce quel qu'en soit le type.

Les seuls adjuvants réellement utiles sont l'adrénaline, la clonidine [11] et, plus récemment, la dexaméthasone [43]. D'autres adjuvants, comme les dérivés morphiniques et les bicarbonates, sont aussi décrits mais peu utilisés.

- L'adrénaline, à la dose de 5 microgrammes par millilitre de solution anesthésique, permet de prolonger le bloc et de ralentir la résorption plasmatique (intéressant surtout avec les AL de courte durée d'action ; peu d'intérêt pour les autres).
- La clonidine, qui prolonge la durée du bloc, est administrée à la dose de 0,5 à 1 microgramme par kg. Son effet est dépendant de la dose administrée.
- La dexaméthasone, injectée en périnerveux avec les anesthésies locales ou en intraveineux au moment de la réalisation du bloc à la dose de 8 mg, 6 mg ou 4 mg, prolonge d'environ 50 % la durée des blocs [10, 12, 43].

Délai et temps d'action

Le délai et la durée d'action d'une anesthésie locale dépendent de l'espace anatomique concerné, de son volume, sa structure et sa vascularisation, de la proximité de l'injection par rapport au nerf, du produit choisi, de l'association ou non d'un adjuvant, de la quantité administrée et, bien sûr, de sa diffusion circonférentielle et longitudinale autour du nerf. Le tableau 1.2 donne un ordre de grandeur pour les anesthésiques locaux les plus utilisés.

Grâce à l'échographie notre pratique actuelle va vers une réduction des volumes, des concentrations et des combinaisons d'anesthésiques locaux.

Repérage des nerfs : matériel et technique

Ce que nous ne faisons plus

Technique des paresthésies

Ce principe, qui consistait à toucher directement le nerf avec l'aiguille, a été abandonné car il était responsable de lésions neurologiques.

Ponction transartérielle

Utilisée naguère pour réaliser un bloc axillaire, cette technique présente trop de risques de lésions neurologiques et vasculaires pour être poursuivie.

Pratiques actuelles et matériel utilisé

Neurostimulation

Cette technique permet de repérer les nerfs périphériques qui assurent la motricité et la sensibilité des membres, donc des territoires que le chirurgien souhaite endormir.

Elle consiste à appliquer un courant électrique de faible intensité (< 2,5 mA) par l'intermédiaire d'une aiguille située

Tableau 1.2. Délai et durée d'action des anesthésiques locaux.

Anesthésiques	Nom commercial	Délai d'action (min)	Durée du bloc (min)
Lidocaïne 1,5 %	Xylocaïne®	5–10	45–120*
Mépivacaïne 2 %	Scandicaïne®	15–20	60–240*
Ropivacaïne 0,5 %	Naropéine®	10–25	240–720*
Lévobupivacaïne 0,5 %	Chirocaïne®	15–30	240–720*

* Grande variabilité individuelle.

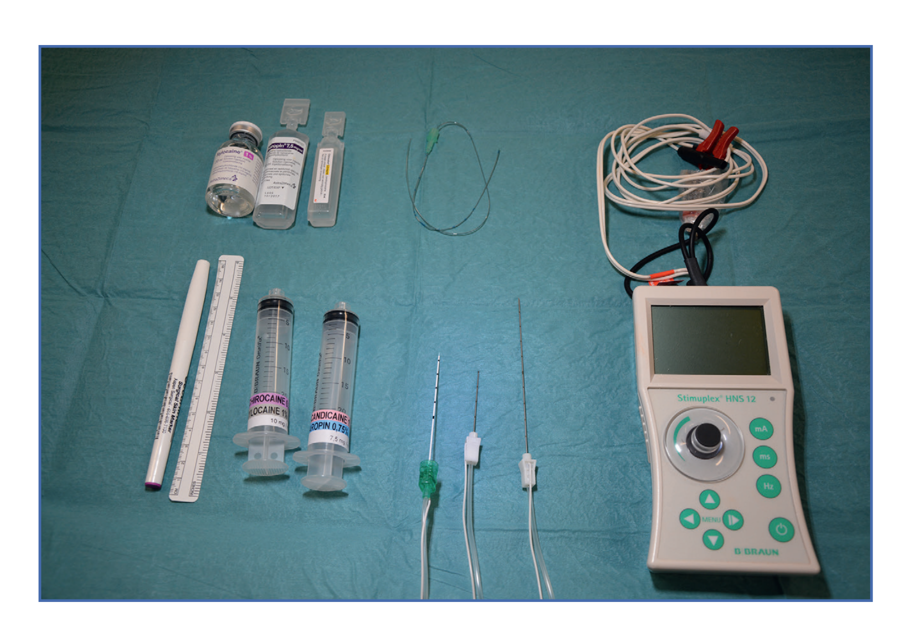


Figure 1.1
Matériel.

à proximité des nerfs que l'on veut anesthésier, aiguille reliée à un neurostimulateur.

Cette technique n'a plus qu'un rôle complémentaire, additionnel, notamment en cas de faible échogénicité.

La neurostimulation exclusive n'est recommandée que dans les centres dépourvus d'appareils d'échographies.

Aiguilles

Nous n'utilisons que des aiguilles à biseau court (20–30°) car elles donnent une meilleure perception de la traversée des différents plans tissulaires et risquent très peu de pénétrer les nerfs. Les lésions nerveuses sont le plus souvent liées à l'emploi d'aiguilles à biseau long (figures 1.1).

Notre préférence va aux aiguilles isolées, c'est-à-dire gainées sur toute leur surface extérieure par un matériau isolant (Téflon). Ceci apporte une plus grande précision dans la localisation du nerf, une stimulation uniquement par la pointe de l'aiguille et permet l'utilisation d'un courant de plus faible intensité.

Cathéters

La pose d'un cathéter au contact d'un nerf permet de réaliser des injections itératives ou une perfusion continue si le chirurgien veut une anesthésie de longue durée. La mise en place de ce cathéter est semblable à celle de l'aiguille, seul le matériel change. Actuellement devant les complications potentielles (notamment infectieuses), nous ne privilégions pas l'utilisation de cathéter.

Neurostimulateur

Les neurostimulateurs employés sont ceux produisant un courant de sortie constant et réglable, une impulsion électrique de type rectangulaire monophasique et un écran de contrôle du courant délivré (figure 1.2). Les différents réglages possibles sont très précis et concernent l'intensité de stimulation (0,05 à 5 mA), la durée de l'impulsion (0,1 à 1 ms) et la fréquence de stimulation (1 ou 2 Hz). De plus, ces appareils doivent être équipés d'une alarme de mauvais fonctionnement visuelle et sonore.

Figure 1.2
Neurostimulateur.

La neurostimulation n'est pas douloureuse car l'intensité du courant est très faible.

Quand l'aiguille approche le nerf recherché, les impulsions électriques déclenchent une réponse motrice spécifique de ce nerf sous la forme de petites secousses musculaires au rythme de 1 à 2 par seconde.

Les nerfs purement sensitifs répondront à la neurostimulation par des paresthésies.

À un nerf donné correspond un mouvement spécifique. La progression de l'aiguille vers le nerf entraîne une augmentation de la secousse musculaire. L'anesthésiste diminue alors l'intensité du courant électrique jusqu'à obtenir le mouvement le plus net pour l'intensité la plus faible (0,3 à 0,5 mA). À ce moment, l'aiguille est généralement à environ 1 mm du nerf. Les produits anesthésiques sont alors injectés très lentement (5 mL par minute).

L'anesthésie d'un seul nerf ou bloc tronculaire (médian, radial, ulnaire) ne concernera que le territoire de ce nerf. Pour anesthésier la totalité du membre, il faudra répéter l'injection sur plusieurs nerfs ou plutôt la pratiquer au niveau du plexus, à la racine du membre ; on parle alors de blocs plexiques (interscalénique, supraclaviculaire, infraclaviculaire, axillaire).

Échographie

De même que l'on ne conçoit plus de faire un abord vasculaire sans échographie, de même on ne réalisera plus d'ALR sans cet apport qui est maintenant une recommandation forte des bonnes pratiques cliniques [26]. Il existe des appareils très performants qui offrent des images de grande qualité, allant jusqu'à la haute définition, qui permettent de voir de façon précise les nerfs et leurs enveloppes, les muscles, les structures vasculaires, pleurales et leurs variations anatomiques.

L'échographie permet d'évaluer la bonne diffusion de l'anesthésique et d'en réduire la dose. Elle diminue le risque d'injection intravasculaire et/ou intraneurale et limite les contractions musculaires douloureuses.

Grâce à l'échographie, l'anesthésiste ne se comporte plus, avec son aiguille et son neurostimulateur, comme « un aveugle avec sa canne blanche ». Il voit l'aiguille approcher le nerf en temps réel et évite ainsi les structures à risque.

À l'échographie, les nerfs ont un aspect variable suivant le site. Ils sont constitués par des fascicules hypoéchogènes (aspect noir) dans les régions interscalénique et supraclaviculaire et hyperéchogènes (aspect clair en raison de la présence de tissu conjonctif) en infraclaviculaire, axillaire et tronculaire. Ils montrent une image rubanée en coupe longitudinale et ovalaire en coupe transversale. Ils sont plus facilement repérables en coupe transversale et moins sujets à l'anisotropie que les tendons.

Les artères et les veines sont hypo- ou anéchogènes, mais les artères sont bien sûr pulsatiles, de plus elles sont peu compressibles contrairement aux veines. Il est toujours possible de compléter l'observation des vaisseaux par un écho-Doppler. Les tissus graisseux sont hyperéchogènes.

Lors de l'injection de l'anesthésique, il ne faut pas hésiter à faire « l'ascenseur » avec la sonde d'échographie pour mieux évaluer la bonne diffusion du produit.

Si l'aiguille s'aventure au-delà du périnèvre, c'est-à-dire en intraneural, l'injection provoquera un gonflement du nerf, la séparation des fascicules et un aspect hypoéchogène du nerf. Parfois, mais pas systématiquement, une douleur se manifestera.

Il faut alors retirer l'aiguille et la repositionner.

Actuellement, comme de nombreuses équipes, nous n'utilisons plus la neurostimulation seule mais couplée à l'échographie.

Nous utilisons un échographe portable (figure 1.3) et des sondes d'échographie linéaires à haute fréquence (8 à 13 MHz) ayant une haute résolution mais qui ne dépassent pas quelques centimètres de pénétration sous la peau. Ces sondes conviennent parfaitement pour les régions interscalénique, supraclaviculaire et axillaire et pour les nerfs périphériques. Pour les ALR profondes (à partir de 4 cm) nous utilisons des sondes convexes à basse fréquence (3 à 8 MHz) idéales pour le bloc infraclaviculaire (figure 1.4).

Figure 1.3

Appareil d'échographie portable.

Figure 1.4

Matériel.

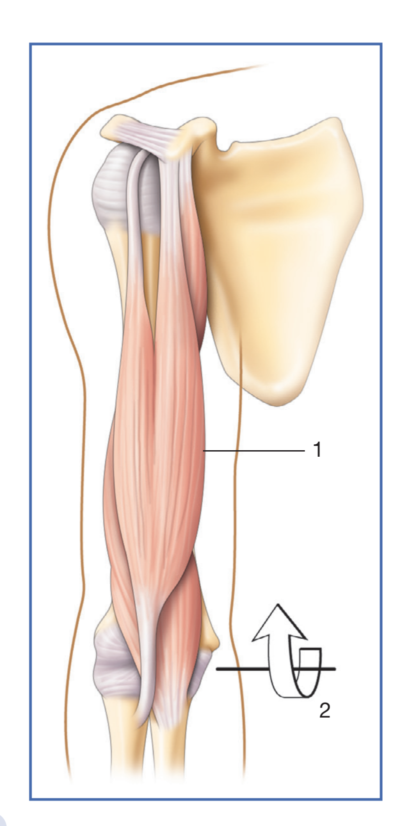


Figure 1.5

Stimulation du nerf musculocutané.

1. Contraction du biceps. 2. Flexion de l'avant-bras sur le bras.

In plane, out plane

Il est parfois difficile de voir l'aiguille sur toute sa longueur à cause de l'extrême finesse du faisceau d'ultrasons (1 mm) et/ou en raison d'une angulation de l'aiguille supérieur à 45° par rapport au faisceau.

La méthode *in plane* est fiable car elle guide l'aiguille dans le plan des ultrasons et oblige l'opérateur à suivre les structures anatomiques par lesquelles doit passer cette aiguille.

La méthode *out plane* se focalise sur l'extrémité de l'aiguille et prête moins d'attention aux structures avoisinantes [16]. La connaissance des deux techniques et du passage possible de l'une à l'autre au cours de l'acte est un gage de sécurité et de succès.

Les différentes études montrent que si on ne voit pas l'extrémité de l'aiguille on a tendance à aller plus profondément que l'on ne pense malgré l'expérience et l'échographie et le risque d'injection intraneurale n'est pas négligeable [16].

Lorsque nous détaillerons la réalisation des différents blocs, nous décrirons surtout les procédures *in plane*.

Des moyens complémentaires sont recommandés pour aider à la réalisation des blocs tels que l'hydrolocalisation, l'hydrodissection, le déplacement des tissus et des fascias par des mouvements de l'aiguille, l'utilisation d'aiguilles hyperéchogènes. Ces dernières sont employées surtout pour les blocs profonds; elles sont gênantes dans les blocs superficiels par excès de réverbération.

Quelles sont les réponses à rechercher par la neurostimulation ?

Lors de la réalisation d'un bloc plexique ou tronculaire, il faut toujours rechercher les réponses motrices spécifiques de chaque nerf. Avec rigueur et constance l'anesthésiste cherchera des réponses sans ambiguïté.

La stimulation du nerf musculocutané provoque la contraction du biceps, donc la flexion de l'avant-bras sur le bras (figure 1.5); celle du nerf ulnaire, la contraction du fléchisseur ulnaire du carpe avec flexion et inclinaison ulnaire

du poignet ainsi que la flexion des 4e et 5e doigts (figure 1.6). Lorsque l'on stimule le nerf médian, on obtient la contraction du fléchisseur radial du carpe et du palmaire qui provoque la flexion du poignet et des doigts (figure 1.7). Au niveau du nerf radial, la réponse concerne le long extenseur du pouce, l'*extensor carpi radialis longus* et *brevis* et l'*extensor carpi ulnaris*, elle provoque la supination de l'avant-bras, l'extension du poignet et l'extension des doigts notamment du pouce (figure 1.8).

Quel bloc pour quelle chirurgie ?

Pour choisir le bloc le plus adapté, la connaissance de l'innervation cutanée ou dermatomes est insuffisante, il faut aussi connaître l'innervation musculaire ou myotomes et l'innervation osseuse ou sclérotomes (figures 1.9 à 1.11).

Le type d'intervention choisie par le chirurgien conditionnera l'utilisation ou non d'un garrot et sa position. Le caractère ambulatoire ou non de l'intervention, sa durée, l'intensité connue de la douleur post-opératoire, les éventuelles contre-indications locales ou générales, guideront l'anesthésiste dans ses choix techniques (tableau 1.3).

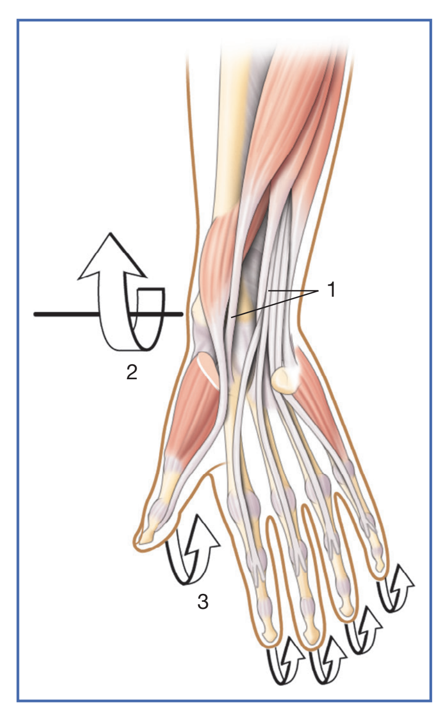


Figure 1.7

Stimulation du nerf médian.
1. Contraction du fléchisseur radial du carpe et du palmaire. 2. Flexion du poignet. 3. Flexion des doigts.

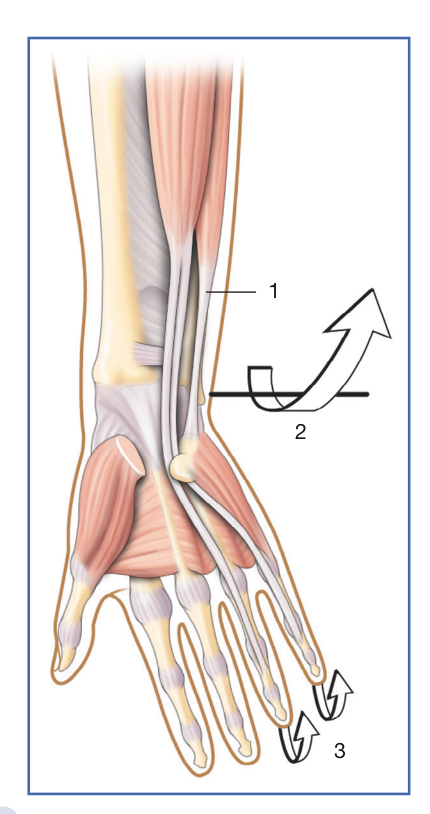


Figure 1.6

Stimulation du nerf ulnaire.
1. Contraction du fléchisseur ulnaire du carpe. 2. Flexion et inclinaison ulnaire du poignet. 3. Flexion des 4e et 5e doigts.

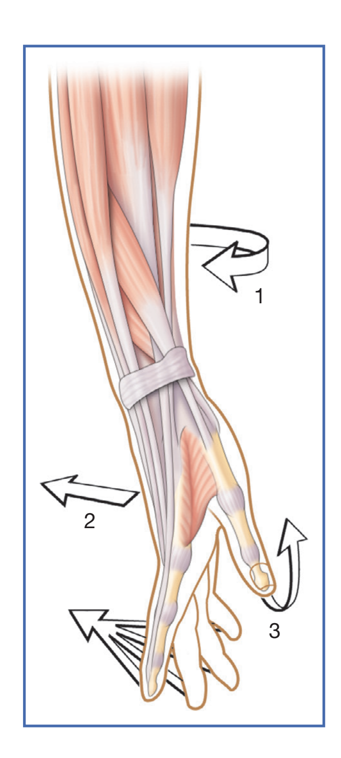


Figure 1.8

Stimulation du nerf radial.
1. Supination de l'avant-bras. 2. Extension du poignet. 3. Extension des doigts et notamment du pouce.

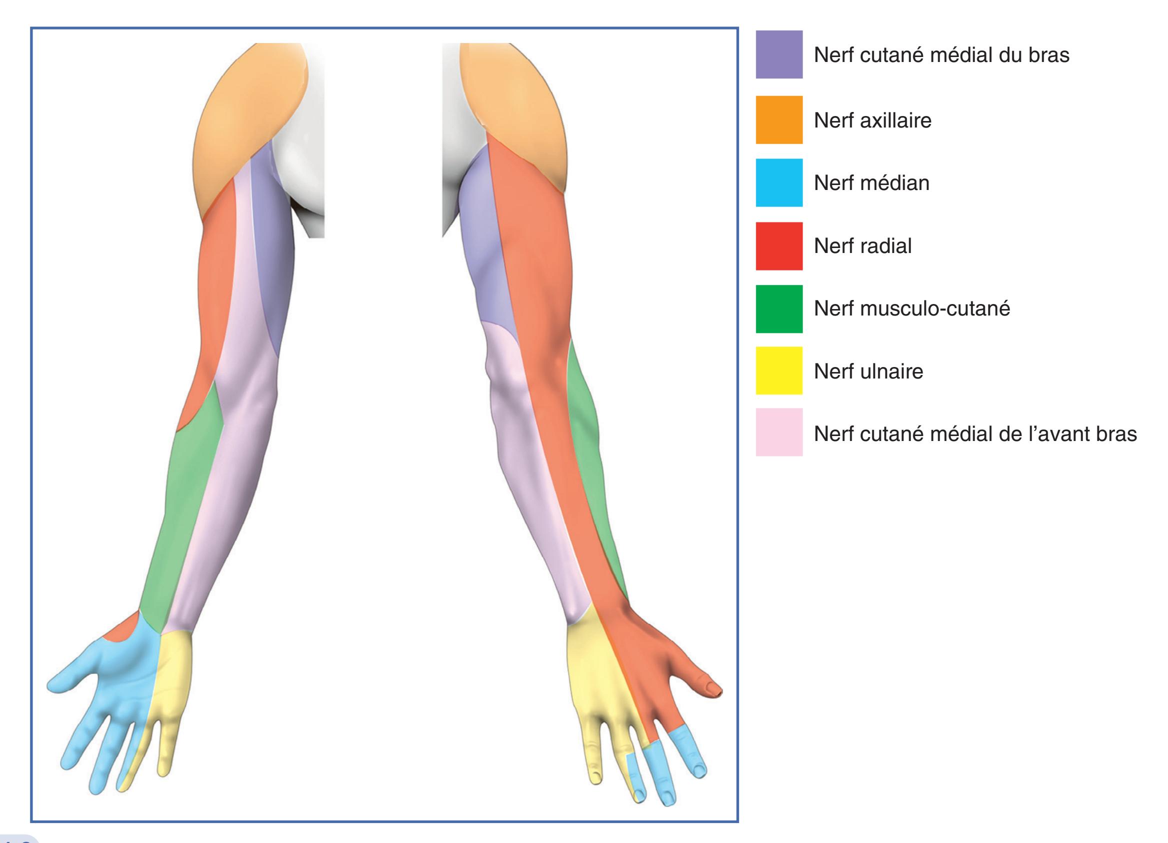


Figure 1.9

Dermatomes.

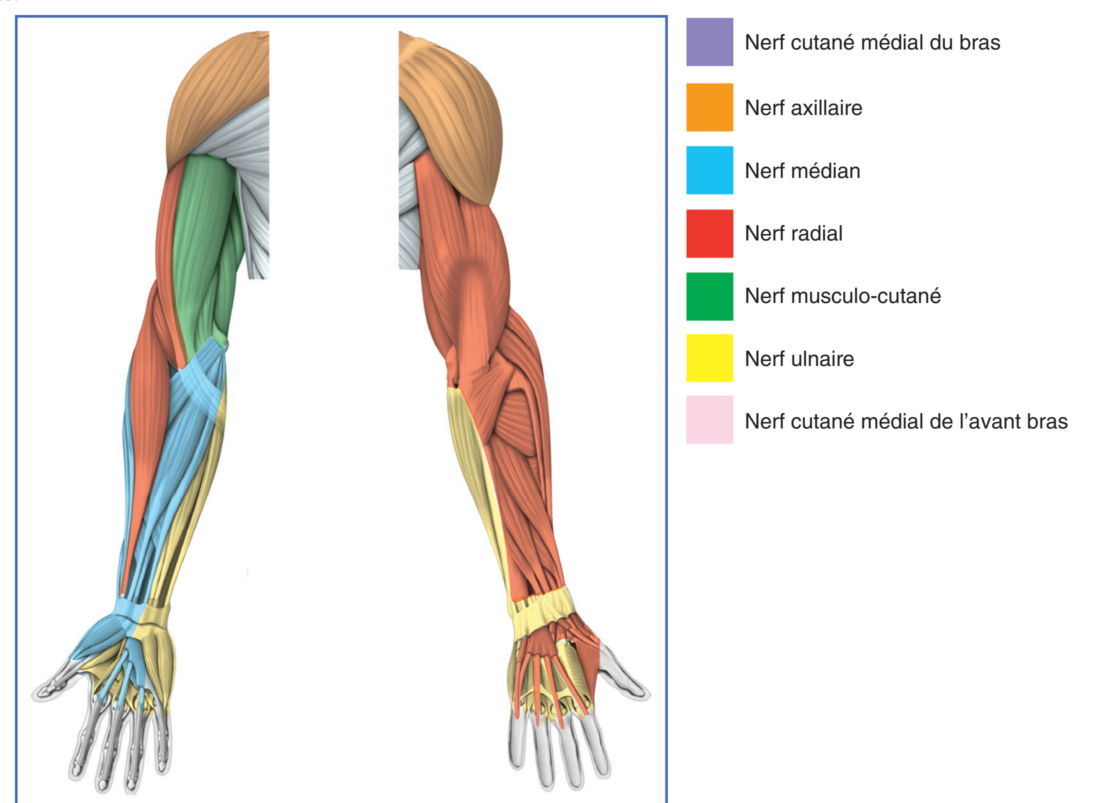


Figure 1.10

Myotomes.

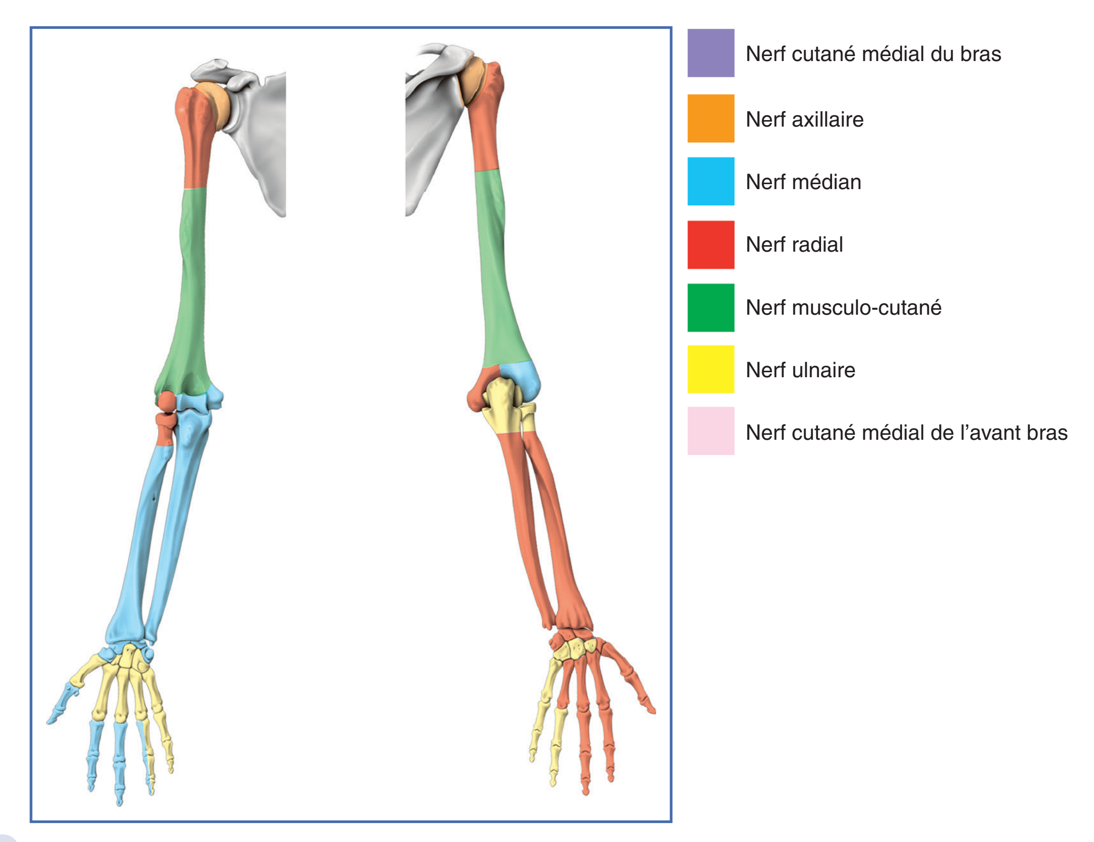


Figure 1.11
Sclérotomes.

Tableau 1.3. Les différents blocs anesthésiques.

Site chirurgical	Bloc classique	Alternative
Épaule-clavicule	Bloc interscalénique	Bloc supraclaviculaire
Bras	Bloc interscalénique	Bloc supraclaviculaire, infraclaviculaire
Coude	Bloc axillaire	Bloc supraclaviculaire, infraclaviculaire
Avant-bras	Bloc axillaire	Bloc supraclaviculaire, infraclaviculaire.
Poignet	Bloc axillaire	Bloc supraclaviculaire, infraclaviculaire.
Main	Bloc axillaire	Bloc supraclaviculaire, infraclaviculaire, tronculaire
Doigts	Bloc axillaire ou tronculaire	Bloc supraclaviculaire, infraclaviculaire

Blocs plexiques du membre supérieur

Nous décrirons maintenant successivement : le bloc interscalénique, le bloc supraclaviculaire, infraclaviculaire et, enfin, le bloc axillaire.

Anatomie du plexus brachial et des nerfs du membre supérieur

Le plexus brachial se présente comme un triangle dont le sommet tronqué occupe la fosse axillaire et dont la base est appliquée sur les côtés de la colonne cervicale.

Les racines du plexus brachial sont issues de la moelle épinière par les trous de conjugaison de C5 à T1, parfois de C4 à T2. Elles cheminent entre les muscles scalènes antérieur et moyen et se dirigent en bas et en dehors en direction du creux axillaire en passant sous la clavicule (figure 1.12).

Ces racines s'anastomosent dans l'espace interscalénique en trois troncs : supérieur, moyen et inférieur. Le tronc supérieur naît de la fusion des racines C5 et C6. Le tronc moyen est issu de C7 et le tronc inférieur vient de la réunion de C8 avec T1.

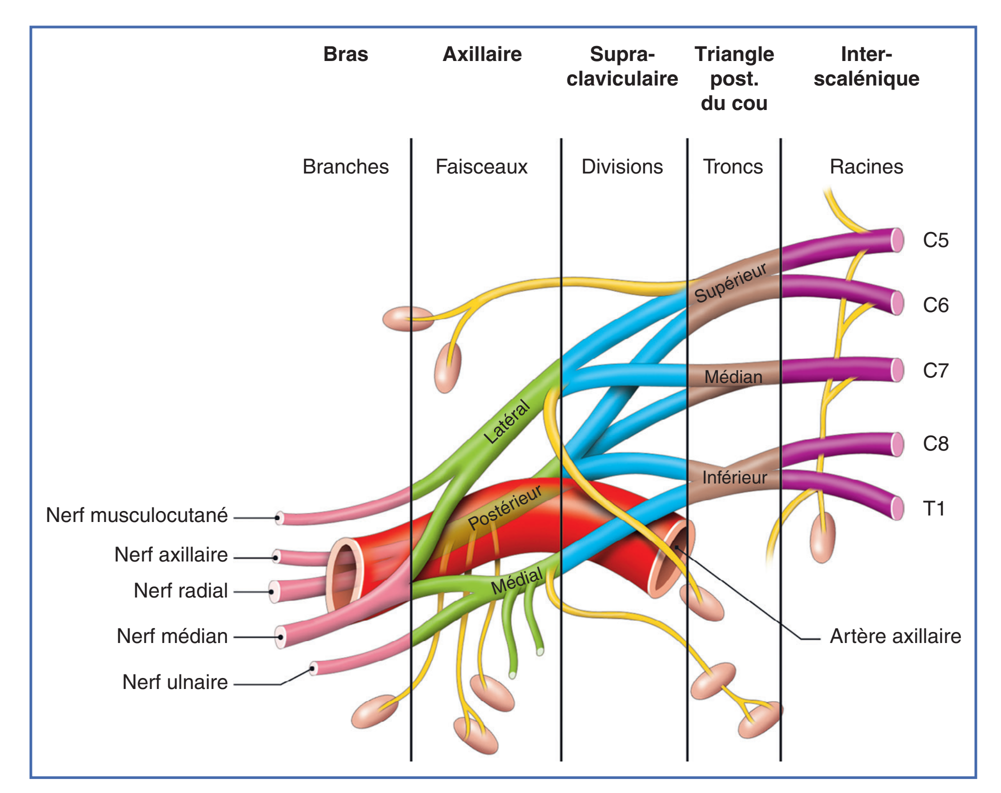


Figure 1.12
Anatomie du plexus brachial.

En arrière de la clavicule, chaque tronc donne deux divisions : antérieure et postérieure. Au sommet de la fosse axillaire, les divisions se combinent en trois faisceaux : latéral, médial et postérieur. Près du bord inférieur du muscle petit pectoral, les faisceaux donnent naissance à huit branches terminales.

Le nerf musculocutané et le chef latéral du nerf médian sont issus du faisceau latéral. Le faisceau médial donne naissance au chef médial du nerf médian, au nerf ulnaire et aux nerfs cutanés médiaux du bras et de l'avant-bras. Du faisceau postérieur proviennent les nerfs axillaire et radial.

Nerf radial

Le nerf radial provient des racines C5 à T1. Branche principale du faisceau postérieur, il innerve l'ensemble des éléments de la face postérieure du bras et de l'avant-bras. Initialement médial par rapport à l'axe du bras, il chemine à la face postérieure de l'artère axillaire dont il va rapidement s'éloigner pour pénétrer dans la loge postérieure du bras. Là, il contourne l'humérus par sa face postérieure dans le sillon radial et se retrouve à la face latérale du bras où il passe entre le muscle brachioradial latéralement et le brachial médialement.

Le nerf radial se divise au-dessus du pli de flexion du coude en une branche superficielle sensitive et une branche profonde motrice.

La branche sensitive descend le long de la face antérolatérale de l'avant-bras et se termine au tiers inférieur de la face latérale de l'avant-bras en un réseau de fibres sous-cutanées destinées aux téguments du pouce et de la face dorsale de la main.

La branche motrice traverse le muscle supinateur, chemine dans la loge postérieure de l'avant-bras en innervant les muscles contenus dans cette loge et se termine à la face dorsale du poignet.

Nerf axillaire (racine C5)

Seconde branche terminale du faisceau postérieur, il innerve la face postérolatérale du moignon de l'épaule et le muscle deltoïde.

Nerf musculocutané (racine C5-C6)

Né du faisceau latéral, le nerf musculocutané s'écarte de l'axe vasculonerveux, perfore le muscle coracobrachial et chemine entre le biceps en avant et le brachial en arrière. Il donne, dans son trajet brachial, le nerf diaphysaire de l'humérus ainsi que des branches destinées aux muscles

coracobrachial, biceps et brachial. À la partie distale du bras, le musculocutané se situe dans la gouttière bicipitale latérale. Au niveau de l'avant-bras, il devient sous-cutané et donne une branche antérieure pour la région antérolatérale de l'avant-bras (nerf cutané latéral de l'avant-bras) et une branche postérieure pour l'innervation de la face postérolatérale de l'avant-bras et du carpe.

Nerf médian (racine C6-T1)

Le nerf médian naît de la fusion d'une branche issue du faisceau latéral et d'une autre venue du faisceau médial. Tout le long du bras, il chemine parallèlement à l'artère humérale. Au coude, dans la gouttière bicipitale médiale, il est toujours parallèle et médial par rapport à l'artère. Il donne à ce niveau ses premiers rameaux collatéraux qui participent à l'innervation du coude. Dans l'avant-bras, il chemine entre les fléchisseurs superficiels et profonds des doigts. Il innerve l'ensemble des muscles antérieurs de l'avant-bras à l'exception du fléchisseur ulnaire du carpe et des deux faisceaux médiaux du fléchisseur profond. Le nerf médian atteint le poignet en passant dans le canal carpien, il participe à l'innervation des téguments des quatre premiers doigts, des muscles et os de la main.

Nerf ulnaire (racine C8-T1)

Le nerf ulnaire est issu du faisceau médial. Au niveau axillaire, il chemine d'abord à la face postéromédiale de l'artère puis s'en éloigne pour passer dans la loge postérieure. Il rejoint le coude par sa face postérieure et glisse dans la gouttière épicondyloolécranienne où il participe à l'innervation du coude. Au niveau de l'avant-bras, le nerf ulnaire anime le fléchisseur ulnaire du carpe et les deux faisceaux médiaux du fléchisseur profond.

Il atteint le poignet, pénètre dans la main par la loge de Guyon et se divise en deux branches.

La branche superficielle est sensitive et innerve les téguments de la partie médiale de la main et des 4^{e} et 5^{e} doigts. La branche profonde, motrice, anime certains muscles intrinsèques de la main : adducteur et faisceau profond du court fléchisseur du pouce, abducteur, court fléchisseur et opposant du 5^{e} doigt ainsi que certains interosseux et lombricaux.

Nerf cutané médial du bras et cutané médial de l'avant-bras

Ces deux nerfs naissent du faisceau médial. Le nerf cutané médial du bras a initialement un trajet parallèle à celui du nerf ulnaire, puis il s'en écarte pour innerver les téguments de la partie médiale du bras.

Le nerf cutané latéral de l'avant-bras chemine dans le tissu sous-cutané graisseux du bras et se divise en plusieurs branches sensitives qui innervent les téguments de la partie médiale de l'avant-bras.

Bloc interscalénique

C'est en 1970 que Winnie [46] a décrit le bloc interscalénique qui est actuellement couramment pratiqué. Compte tenu de la gravité de certaines complications (ponction artère vertébrale, spinale) la technique a été modifiée par Meier [27]. Pippa *et al.* [29] ont décrit une approche dorsale en 1990. Le bloc interscalénique sous contrôle échographique a été décrit par Chan *et al.* [5] en 2003. Capral *et al.* [17] ont démontré en 2007 la supériorité du bloc par échoguidage comparé au bloc par stimulation électrique.

Indications et contre-indications du bloc interscalénique

Ce bloc est utilisé de façon quasi élective dans la chirurgie classique et arthroscopique de l'épaule, de préférence à l'anesthésie intra-articulaire [35, 36]. Son taux de réussite est supérieur à 90 %. Il sera souvent complété par une anesthésie sous-cutanée à la face postérieure de l'épaule pour insensibiliser les territoires cutanés de T1.

La chirurgie de la clavicule et du tiers supérieur du bras bénéficie également de cette technique, de même que les réductions en urgence des luxations de l'épaule et les mobilisations des épaules « gelées ».

La sympathicolyse pour la chirurgie vasculaire post-traumatique de la main et les *complex regional pain syndrome* rentrent dans les indications du bloc interscalénique.

Les principales contre-indications à ce bloc sont d'ordre général : l'insuffisance respiratoire aiguë ou chronique, le pneumothorax et la paralysie récurrentielle et/ou phrénique controlatérale. Sur le plan local, donc homolatéral, les antécédents de chirurgie carotidienne ou de curage ganglionnaire interdisent cette technique. En cas de traitement anticoagulant, nous ne recommandons pas ce bloc.

Repérage échographique et réalisation d'un bloc interscalénique :

Le patient, allongé sur le dos, en position semi-assise, les bras le long du corps, a la tête légèrement tournée du côté opposé à la ponction. Toutes les conditions habituelles d'asepsie s'imposent.

Une sonde linéaire à haute fréquence (8 à 13 MHz) est utilisée.

Pour trouver le plexus par approche échographique, la sonde est placée à la hauteur du cartilage cricoïde en latéral sur le cou. L'artère carotide commune et la veine jugulaire interne sont repérées en position antéromédiale.

Le muscle sternocléidomastoïdien (SCM, pour *sternocleidomastoid muscle*) est facilement repéré et la sonde est déplacée en direction postérolatérale dévoilant les muscles scalènes antérieur et moyen (recouvert par la masse du sternocléidomastoïdien). C'est à l'intérieur du sillon interscalénique qu'il faut rechercher un alignement vertical de racines nerveuses superposées les unes sur les autres (en file indienne ou en pile d'assiette).

À ce niveau, les racines nerveuses ont un aspect hypoéchogène rond ou ovalaire et sont au nombre de trois à cinq au sein de structures hyperéchogènes correspondant aux fascias des muscles scalènes.

L'aiguille de 5 cm est introduite dans le plan ultrasonore (figures 1.13 et 1.14). Le côté latéral et le côté médial du paquet que forment ces trois troncs sont injectés. Environ 12 à 20 cm^3 sont suffisants pour ce bloc. L'opérateur injecte très près des troncs et de façon sélective ce qui permet de diminuer les doses d'anesthésique donc le risque de parésie phrénique [4]. En effet, ce nerf est situé sur le bord antérieur du muscle scalène antérieur donc très proche des troncs. La stimulation n'est pas obligatoire car la bonne localisation est confirmée par la contraction du deltoïde, du triceps ou du biceps lors de l'injection.

Approche interscalénique en neurostimulation seule

Si l'on repère les nerfs à anesthésier par la neurostimulation seule, la ponction se fait dans l'axe du cou, vers le bas, légèrement vers l'intérieur et l'arrière, en avant ou en arrière de la veine jugulaire au niveau du cartilage cricoïde (figures 1.15 et 1.16). L'anesthésiste demande au patient de soulever un instant la tête, ce qui contracte les muscles du cou et fait saillir le sternofléidomastoïdien. Il palpe la fosse entre le scalène antérieur et moyen (figure 1.13), et demande au patient de faire une expiration forcée glotte fermée (manœuvre de Valsalva) afin de faire saillir la veine jugulaire.

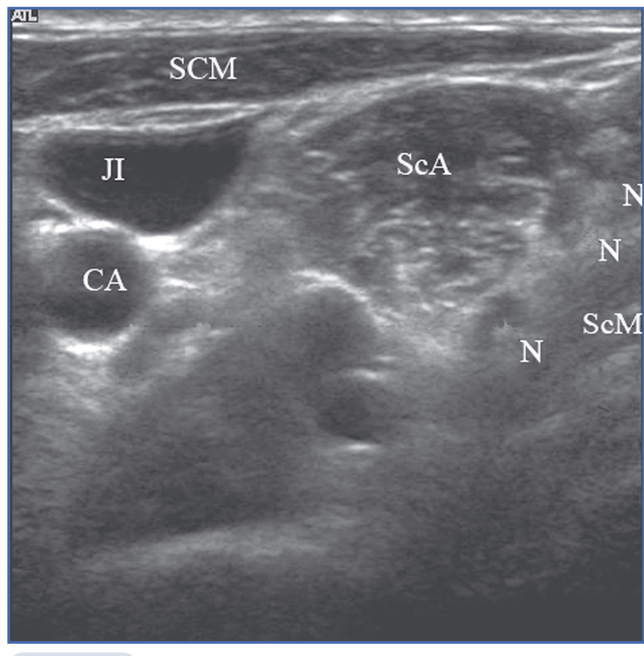


Figure 1.14

Échographie transverse de la région interscalénique.
SCM : muscle sternofléidomastoïdien ; JI : veine jugulaire interne ; CA : artère carotide ; ScA : muscle scalène antérieur ; ScM : muscle scalène moyen ; N : nerfs dans le sillon interscalénique : aspect en « pile d'assiette ».

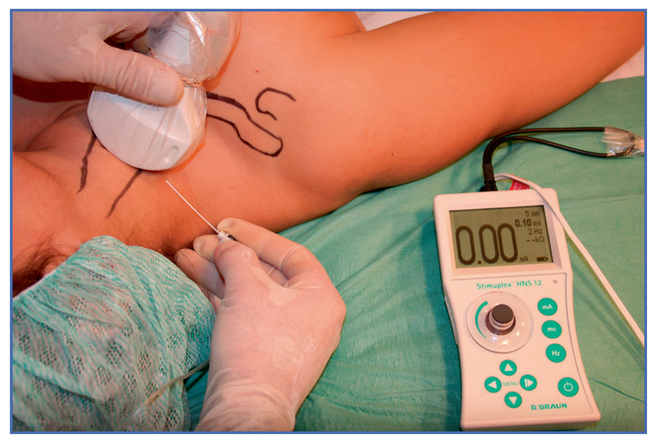


Figure 1.13

Sonde sur le sillon interscalénique avec approche par le bord latéral.

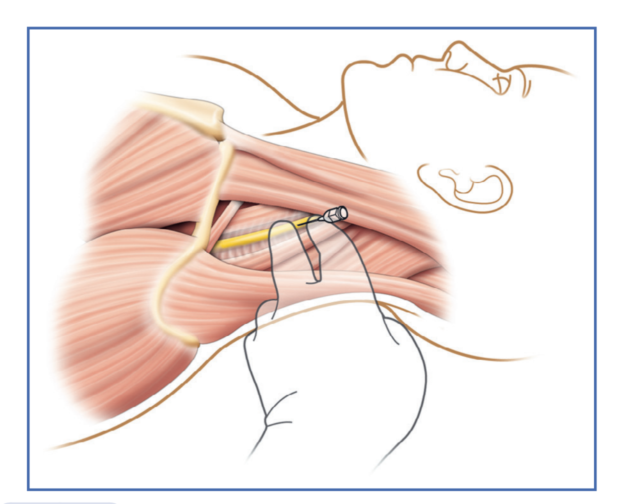


Figure 1.15

Région interscalénique.

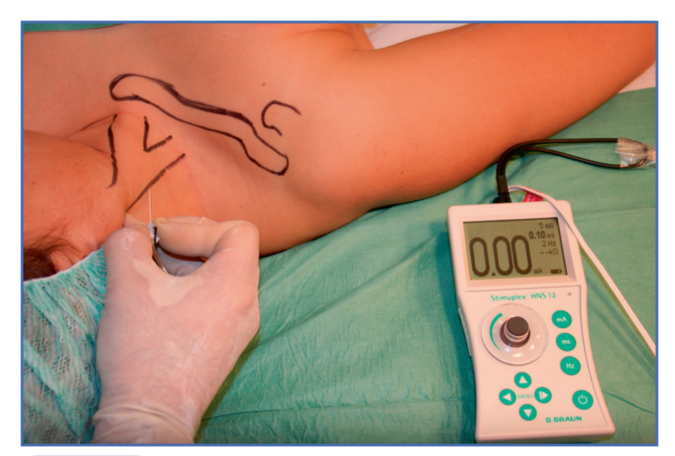


Figure 1.16

Approche interscalénique en neurostimulation seule.

On utilise une aiguille ou un cathéter court de 5 cm. Les troncs nerveux étant très superficiels, il est exceptionnel d'avoir à enfoncer l'aiguille de plus de 3 cm, le but étant de réaliser avec l'aiguille une sorte « d'apportage ». Si l'on observe une stimulation du nerf phrénique, une orientation plus postérieure et latérale s'impose. Si on obtient une stimulation des muscles postérieurs de l'épaule (trapèze), de la clavicule (*serratus anterior*, long thoracique), on devra prendre une direction plus antérieure. Si l'aiguille rencontre une forte résistance, c'est que l'on est au contact de l'apophyse transverse de C6 (tubercule de Chassaignac), donc trop postérieur, ou sur la première côte, donc beaucoup trop profond.

Complications du bloc interscalénique

La paralysie hémi-diaphragmatique est la complication la plus fréquente de ce bloc [41, 42] ; elle peut entraîner une réduction de 25 % de la fonction pulmonaire, heureusement régressive.

La dysphonie par blocage du nerf récurrent et le syndrome de Claude-Bernard-Horner sont relativement fréquents et régressent spontanément et sans séquelles à l'arrêt de l'administration des anesthésiques locaux.

D'autres complications demandent une surveillance étroite, tel le réflexe de Bezold-Jarisch qui se traduit par une bradycardie et une hypotension et s'observe surtout dans la chirurgie en position assise. On peut noter également la survenue d'une insuffisance respiratoire par paralysie diaphragmatique [41, 42], ou pneumothorax, en cas d'utilisation d'aiguilles trop longues. Il peut y avoir aussi une ponction vasculaire accidentelle (veine jugulaire externe ou artère vertébrale) ou un bloc bilatéral dû à une injection ou une diffusion dans l'espace péridural cervical [40].

Bloc supraclaviculaire

Historiquement, cette technique a été décrite pour la première fois en 1911 par Kulenkampff [23]. En raison du pourcentage élevé de complications, notamment de pneumothorax, le bloc supraclaviculaire était pratiqué seulement à petite échelle. Depuis l'avènement de l'échographie et les travaux de Kapral en 1993 [18] et Chan en 2003 [6], il est pratiqué de façon routinière et l'incidence du pneumothorax est quasi nulle dans des mains expérimentées [28].

Indications et contre-indications du bloc supraclaviculaire :

Si ce bloc peut être utilisé pour la chirurgie de l'épaule [15], à condition que le volume injecté soit suffisant, l'indication de choix est la chirurgie du bras, du coude, de l'avant-bras et de la main. Il est utilisable en ambulatoire.

Les contre-indications à ce bloc sont les antécédents de chirurgie carotidienne, de curage ganglionnaire homolatéral, de chirurgie du plexus brachial ou de la première côte. L'insuffisance respiratoire sévère peut être une contre-indication vu le risque de blocage du nerf phrénique qui est de 30 % environ [38].

Repérage échographique et réalisation d'un bloc supraclaviculaire :

Pour un repérage des nerfs à l'échographie, nous utilisons une sonde linéaire à haute fréquence placée dans la fosse supraclaviculaire, parallèle ou avec un angle d'environs 20–30° par rapport à la clavicule afin d'obtenir une image en coupe transverse de l'artère sous-clavière et du plexus brachial. L'artère sous-clavière, la première côte et le dôme pleural sont facilement repérés. L'artère sous-clavière repose sur le dôme pleural.

À ce niveau, les troncs nerveux ont un aspect hypoéchogène rond ou ovalaire. Ils se situent dans une position postérolatérale et superficielle par rapport à l'artère sous-clavière et donnent une image en « lâcher de ballons » (figures 1.17 et 1.18) (en anglais on parle de grappe : *cluster*). L'artère est pulsatile et se voit au-dessus de la première côte. Il ne faut pas hésiter à utiliser l'écho-Doppler couleur et éventuellement le neurostimulateur devant une image hypoéchogène qui peut être soit une structure nerveuse soit un vaisseau. En effet, le plexus est très fréquemment traversé par des artères et des veines dont l'artère dorsale de la scapula (qu'il faut s'attacher à rechercher), branche de l'artère sous-clavière.

L'aiguille est introduite à partir de l'extrémité latérale de la sonde, suivant la technique *in plane*. L'injection devra se faire de la profondeur vers la superficie, l'inverse provoquerait un refoulement trop profond des troncs nerveux.

Figure 1.17

Sonde au niveau de la région supraclaviculaire avec approche latérale.

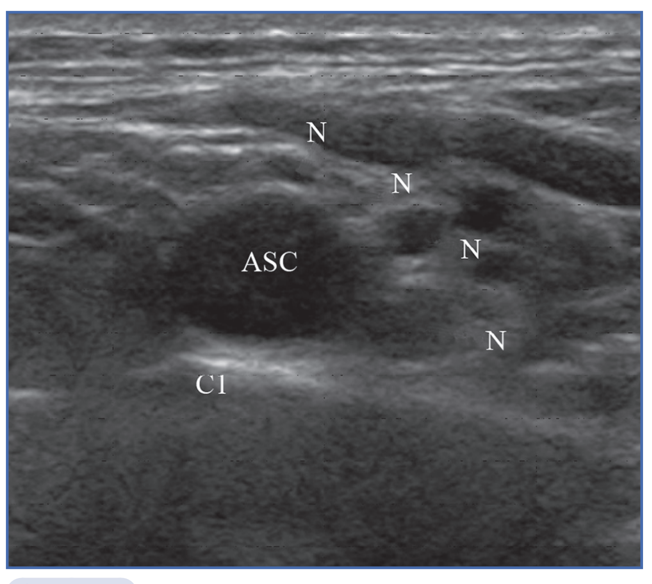


Figure 1.18

Échographie de la région supraclaviculaire.
N : nerfs (aspect en « lâcher de ballons ») ; ASC : artère sous-clavière ; C1 : première côte.

Il faut commencer l'injection, dans l'angle formé par l'artère et la première côte [37], puis poursuivre sous le plexus en retirant l'aiguille qui sera redirigée au-dessus du plexus plus horizontalement [39].

Au final, c'est tout le plexus qui « baigne » dans l'anesthésique local, donnant à l'échographie un effet de produit de contraste.

Approche supraclaviculaire en neurostimulation seule

Le patient, en décubitus dorsal, a la tête légèrement tournée du côté opposé à celui où sera faite la ponction.

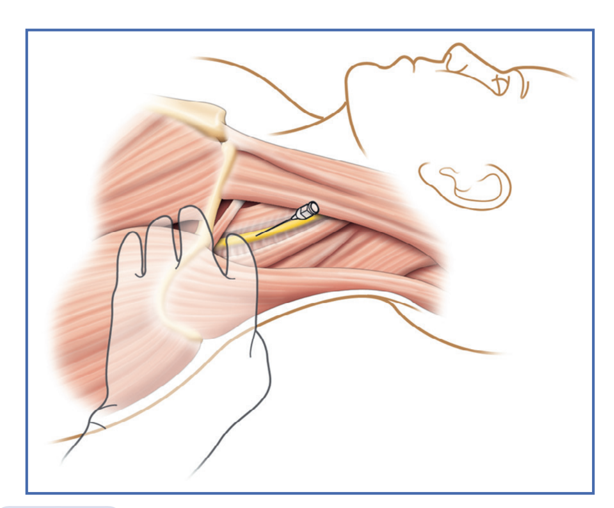


Figure 1.19

Région supraclaviculaire.

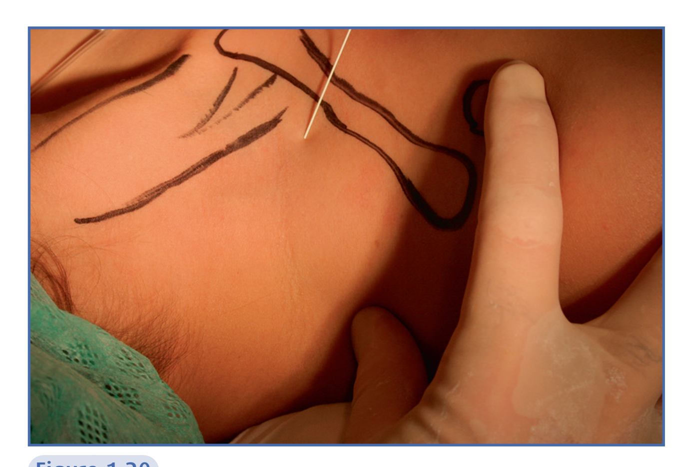


Figure 1.20

Approche en neurostimulation seule.

L'anesthésiste lui demande de soulever un peu la tête pour faire saillir le bord latéral du sternofléidomastoïdien. Le point de ponction se situe le long de ce bord, 1 à 3 cm au-dessus du bord supérieur de la clavicule.

En neurostimulation seule, nous préférons la technique du fil à plomb de Brown [2] qui consiste à piquer au niveau du bord latéral du sternofléidomastoïdien, dans une direction antéropostérieure stricte, à une profondeur ne dépassant pas 30 à 45 mm.

Si aucune réponse motrice n'est obtenue à cette profondeur, nous repiquons avec un angle plus céphalique, par paliers de 5° en ne dépassant pas 30°. Si, de nouveau, il n'y a aucune réponse, nous piquons en direction caudale avec un angle de 20° au maximum pour éviter le dôme pleural (figures 1.19 et 1.20).

Complications du bloc supraclaviculaire

Les complications qui peuvent survenir au cours de ce bloc sont principalement dues à des difficultés

techniques avec ponction de l'artère sous-clavière ou de la veine jugulaire interne. En ce qui concerne un traitement par anticoagulants, ce bloc est possible car les structures vasculaires sont accessibles à une compression hémostatique, mais une grande prudence est recommandée en raison du nombre de veines et d'artères qui émergent de l'artère sous-clavière et traversent le plexus.

Comme dans le bloc interscalénique, on peut rencontrer un bloc du nerf récurrent, un syndrome de Claude-Bernard-Horner ou une paralysie diaphragmatique.

Le risque le plus important reste le pneumothorax en cas de ponction trop profonde [3]. Perlas n'a pas eu de pneumothorax en 510 cas consécutifs [28]. Bruell a recensé un pneumothorax sur 3 000 blocs pratiqués sur une période de 4 ans [4].

Le diagnostic de pneumothorax peut être éliminé lorsque le signe échographique de « glissement pleural » est présent dans les zones antérieures sur un patient en décubitus dorsal [24, 44].

Bloc infraclaviculaire

Ce bloc a été décrit pour la première fois au début du XXe siècle [16]. Il est resté peu utilisé jusqu'à ces dernières années par crainte de ponction vasculaire et surtout de pneumothorax.

La description de nouvelles voies d'abord, plus distales par rapport au dôme pleural [2, 19, 30, 34] et l'utilisation de l'échographie ont permis un repérage nerveux beaucoup plus sûr et redonné à cette technique une place importante [14].

Indications et contre-indications du bloc infraclaviculaire

Le bloc infraclaviculaire est utilisé pour la chirurgie du bras à partir du tiers moyen de l'humérus, du coude, de l'avant-bras, du poignet, de la main et des doigts.

Il est particulièrement apprécié en traumatologie car il peut être réalisé sans mobiliser le membre blessé, ni retirer le matériel de contention si l'extrémité des doigts reste visible.

La réaction à la neurostimulation est alors de plus faible amplitude et moins douloureuse.

Les antécédents de curage ganglionnaire n'empêchent pas sa réalisation, il est en revanche contre-indiqué en présence de troubles de la coagulation en raison du risque de ponction de l'artère sous-clavière à un endroit où la compression est impossible.

Repérage échographique et réalisation d'un bloc infraclaviculaire

Comme pour les blocs précédents, le patient est en décubitus dorsal, la tête légèrement tournée vers le côté opposé à la ponction. Le bras à endormir est le long du corps ou posé sur l'abdomen dans la position des traumatisés du membre supérieur.

Si plusieurs approches ont été décrites [1, 2, 19, 30, 34], les abords médioclaviculaires sont à éviter en raison du risque de pneumothorax. Il est préférable de choisir une voie paracoracoïde par la fossette infraclaviculaire, donc extra-thoracique, en évitant l'orientation trop médiale de l'aiguille. Cette fossette est limitée par l'apophyse coracoïde en dehors, le bord inférieur de la clavicule en bas et le bord latéral du grand pectoral en bas et en dedans (figure 1.21).

La sonde d'échographie est en position para-sagittale en dedans du processus coracoïde, perpendiculaire au trajet de l'artère axillaire. En raison de la plus grande profondeur des structures, la fréquence de la sonde doit être réglée entre 5 à 10 MHz.

Les muscles grand et petit pectoral forment le plan supérieur, le poumon est facilement repérable. À ce niveau, les faisceaux nerveux sont hyperéchogènes et en position latérale, médiale et postérieure autour de l'artère. L'artère et la veine donnent une image en « canon de fusil » (figure 1.22).

Le point de ponction idéal se situe à l'extrémité céphalique de la sonde. La progression de l'aiguille se fait selon un angle de 45° en direction postérocaudale (figure 1.23) suivant le grand axe de la sonde (contrairement à l'approche verticale pratiquée en neurostimulation seule). Il faut signaler que la sonde peut parfois gêner une introduction plus verticale de l'aiguille.

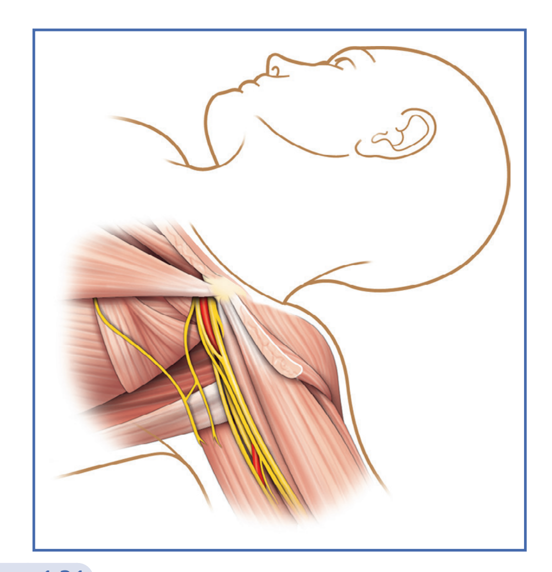


Figure 1.21

Région infraclaviculaire.

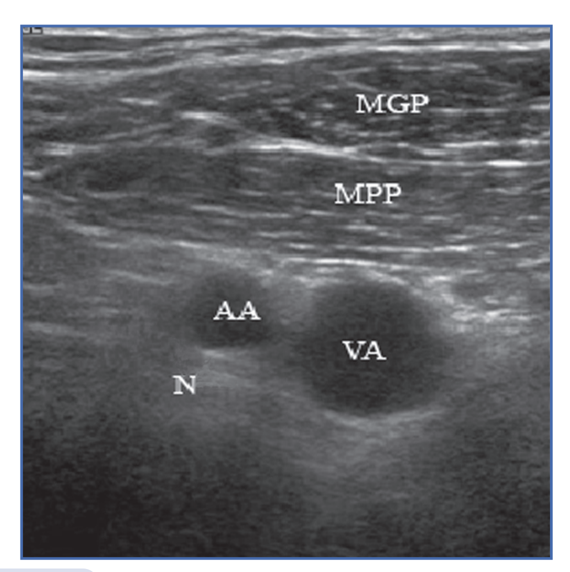


Figure 1.22

Image échographique infraclaviculaire en coupe transverse.
MGP : muscle grand pectoral ; MPP : muscle petit pectoral ; AA : artère axillaire ; VA : veine axillaire ; N : troncs nerveux.

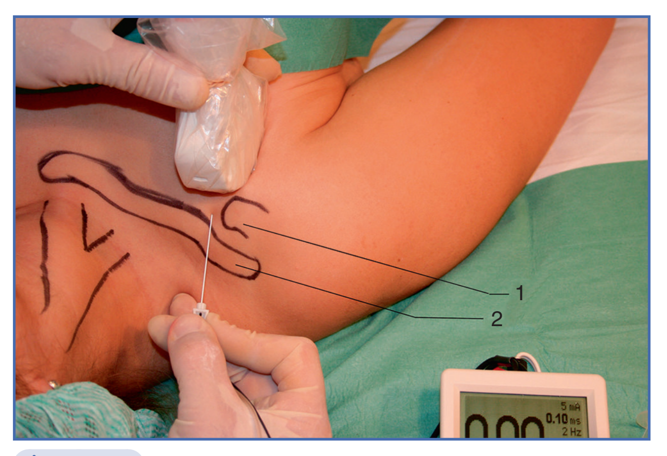


Figure 1.23

Sonde dans la région infraclaviculaire et approche postérocaudale.
1. apophyse coracoïde 2. clavicule.

L'anesthésique est déposé au niveau du faisceau postérieur sous l'artère, ce qui suffit en général à assurer un bloc complet. Une autre technique consiste à entourer l'artère d'une série d'injections. L'utilisation de la neurostimulation peut aider au repérage, notamment du faisceau postérieur.

Approche en neurostimulation seule

Le point de ponction est situé sous le bord inférieur de la clavicule, à 1 ou 2 cm médialement par rapport à l'apophyse coracoïde.

Lorsque le repérage des nerfs se fait par neurostimulation seule, l'anesthésiste pique strictement à la verticale selon la technique de Raj [30] (figures 1.21 et 1.24). Il atteint, dans un premier temps, le nerf musculocutané qu'il faut dépasser pour chercher plus en profondeur les autres faisceaux nerveux.

Figure 1.24

Approche en neurostimulation seule.

L'extension du coude, du poignet et des doigts signe la réponse radiale distale. La réponse distale du médian est confirmée par la flexion du poignet, des 2e et 3e doigts, par la contraction du long palmaire et du fléchisseur radial du carpe.

Une bonne réponse radiale donne les meilleurs résultats sur le plan anesthésique. Les réponses de type médian ou ulnaire peuvent être suffisantes, mais elles sont moins constantes.

Un complément au niveau du nerf musculocutané est nécessaire (flexion de l'avant-bras sur le bras). Pour diminuer l'inconfort dû au garrot, il faut insensibiliser le nerf cutané brachial et intercostobrachial.

Complications du bloc infraclaviculaire

La principale complication de ce bloc est la ponction des vaisseaux sous-claviers ou axillaires au niveau de la fossette coracoïde. Ce risque est de 2 à 4 %.

Une orientation trop médiale de l'aiguille peut mener à un pneumothorax [45].

Ces risques sont quasi nuls depuis l'utilisation de l'échographie.

Bloc axillaire

C'est la technique d'anesthésie du membre supérieur qui est actuellement la plus utilisée en chirurgie ambulatoire.

La ponction transartérielle ou la recherche de paresthésies sont abandonnées par les anesthésistes, car sources de lésions vasculaires et neurologiques.

La neurostimulation avec aiguille isolée a rendu cette technique très populaire en raison de sa faible morbidité comparée aux anesthésies plus proximales.

Une bonne connaissance de l'anatomie et des différentes réponses musculaires permet de bloquer sélectivement plusieurs nerfs et d'obtenir ainsi une excellente anesthésie [21, 22, 25, 13].

Indications et contre-indications du bloc axillaire

Le bloc axillaire est la technique de choix pour la chirurgie ambulatoire du coude, de l'avant-bras, de la main et de tous les doigts. Elle est également utilisée pour obtenir une analgésie qui permettra des mobilisations qui, autrement, seraient trop douloureuses.

Les contre-indications à ce bloc sont locales : ce sont les antécédents de curage ganglionnaire, les adénopathies ou les infections du creux axillaire homolatéral.

Repérage échographique et réalisation d'un bloc axillaire

Le patient est couché sur le dos, le bras en abduction à 90° et en rotation externe. L'avant-bras est fléchi en supination entre 90 et 120° (figure 1.25).

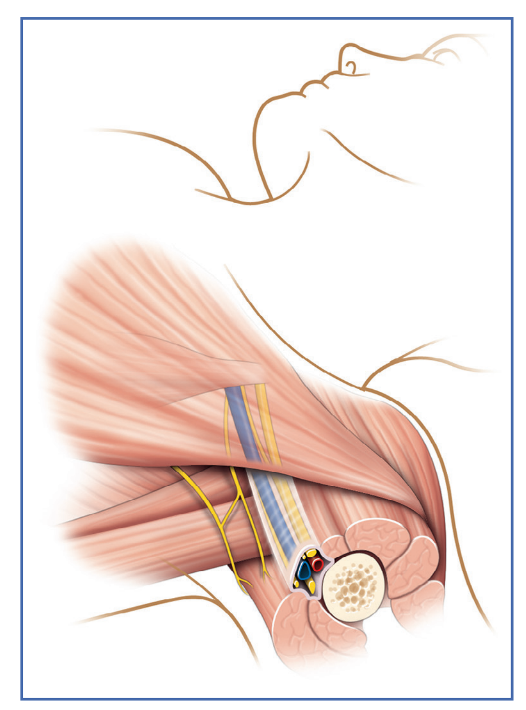


Figure 1.25

Région axillaire.

Le repérage s'effectue à l'aide d'une sonde de 8 à 13 MHz car le plexus est superficiel.

La sonde est placée perpendiculairement au niveau de la fosse axillaire, aussi proximale que possible. L'artère axillaire, élément central du paquet vasculonerveux, est facilement repérée car pulsatile. Tout autour de l'artère sont localisés les veines brachiales, la veine basilique (très sensibles à la pression de la sonde) ainsi que les nerfs radial, ulnaire et médian. À ce niveau, les nerfs ont un aspect « en nids-d'abeilles ». Le plus souvent, le nerf radial est postérieur par rapport à l'artère, le nerf ulnaire est médial et postérieur, le nerf médian est antérieur et latéral (figure 1.26).

Le nerf musculocutané plus latéral (aspect hyperéchogène) est entre les muscles biceps et coracobrachial (figure 1.27). Le nerf cutané médial de l'avant-bras accompagne la veine basilique. Il est important de signaler la grande fréquence des variations anatomiques à ce niveau [9, 32]. En effet, l'agencement classique n'est vu que dans {2/3} des cas [1]. Il est à noter aussi que la position des nerfs, surtout celle du nerf médian, varie en fonction de la position de l'avant-bras [33].

L'aiguille courte (5 cm) est introduite dans l'axe de la sonde. Cette approche *in plane* est celle que nous recommandons, car elle permet une visibilité optimale du paquet vasculonerveux et de l'aiguille. L'approche du plexus est donc perpendiculaire à celle pratiquée en neurostimulation seule (figure 1.28).

Il est plus facile de commencer par injecter l'anesthésique local autour des nerfs les plus profonds, puis d'injecter les autres nerfs en retirant l'aiguille. Contrairement à d'autres, nous préférons la pratique d'injections multiples autour de l'artère axillaire et au niveau de chacun des nerfs.

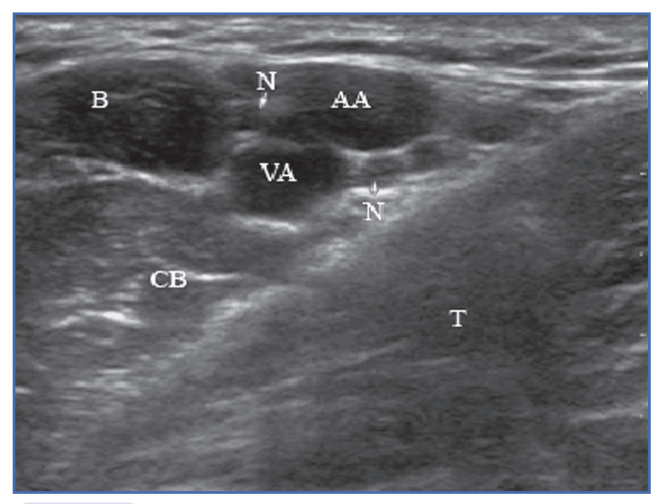


Figure 1.26

Région axillaire en coupe transverse.

AA : artère axillaire ; VA : veine axillaire ; B : biceps ; T : triceps ; N : nerf.

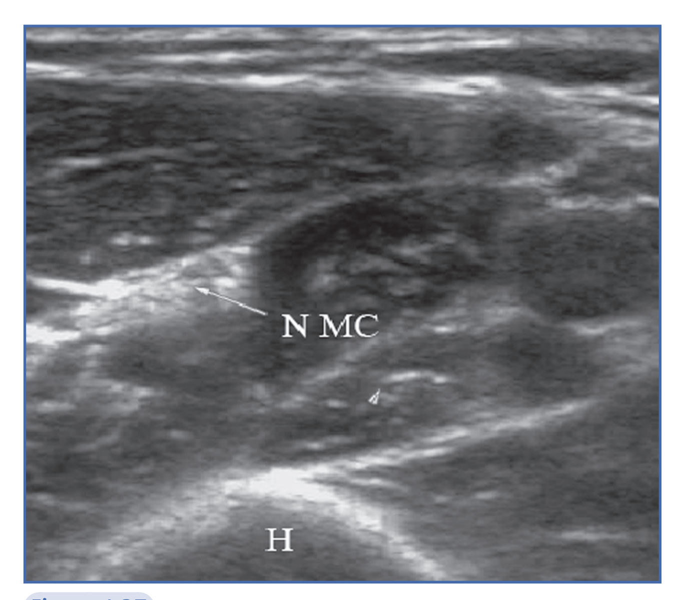


Figure 1.27

Nerf musculocutané dans la région du biceps brachial.
NMC : nerf musculocutané ; H : humérus.

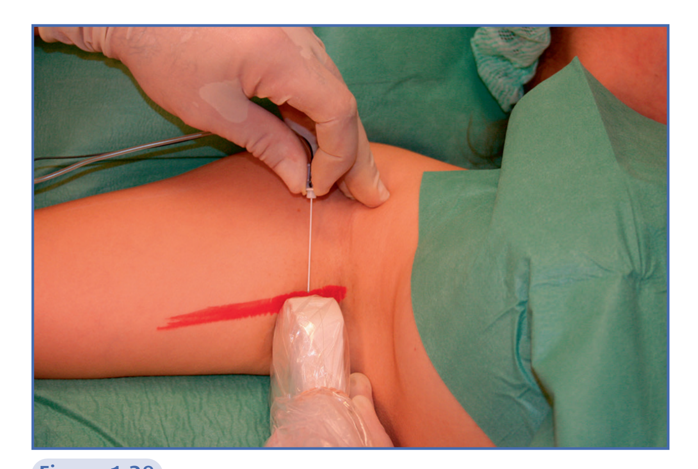


Figure 1.28

Sonde en position transverse par rapport à l'artère axillaire.

Approche en neurostimulation seule

L'avant-bras est fléchi en supination entre 90 et 120°. L'anesthésiste palpe le creux axillaire pour repérer l'artère axillaire, le muscle coracobrachial et le bord inférieur du grand pectoral (figure 1.25).

L'aiguille est introduite sous le bord inférieur du grand pectoral là où l'artère est la mieux perçue. En neurostimulation seule, l'aiguille est dirigée tangentiellement à l'artère et vers le haut du creux axillaire (figure 1.29).

On recherchera des réponses musculaires sélectives des nerfs musculocutané, médian, radial et ulnaire.

Sachant que les variations anatomiques sont fréquentes dans cette région, nous ne recommandons plus l'utilisation

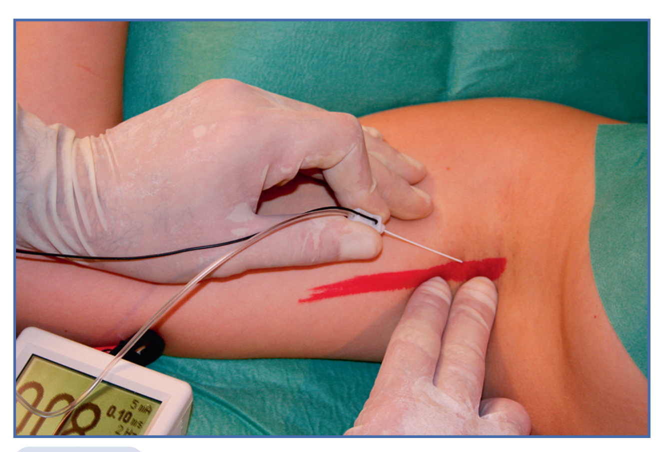


Figure 1.29

Approche en neurostimulation seule.

de cette technique seule mais uniquement en complément, pour confirmation des images échographiques.

Complications du bloc axillaire

Le seul risque du bloc axillaire est la ponction de l'artère axillaire qui provoque un hématome du creux axillaire. En tant que bloc superficiel, il est accessible à la compression hémostatique ce qui permet sa réalisation, même chez les patients sous anticoagulants ou sous antiagrégants.

Blocs tronculaires du membre supérieur

Les blocs tronculaires, très utiles dans la pratique courante de l'ALR, sont souvent réalisés en complément d'un bloc plexique insuffisant. En fonction du territoire non anesthésié, on peut bloquer en aval les nerfs médian, radial ou ulnaire au niveau tronculaire.

Le geste sera pratiqué au pli du coude ou au poignet pour une chirurgie isolée de la main. Ces blocs peuvent être associés entre eux et aux blocs plexiques pour une anesthésie parfaite.

Un bloc ulnaire seul est suffisant pour un acte limité à l'auriculaire, la combinaison radial et médian est préconisée pour le pouce, médian et ulnaire sont associés pour une intervention au niveau du majeur et de l'annulaire.

Ces blocs sont particulièrement intéressants en cas de contre-indication au bloc plexique.

Cependant, l'utilisation de blocs tronculaires combinés présente des inconvénients pour le patient qui subit des multiponctions et l'inconfort du garrot dont le territoire ne peut être insensibilisé.

Les blocs tronculaires demandent les mêmes précautions que les autres à savoir : l'asepsie, la pose d'une voie veineuse et la surveillance par monitoring.

Le repérage par neurostimulation s'effectue au niveau du pli du coude pour le médian, le radial et l'ulnaire. L'échographie va permettre le repérage des nerfs au niveau du pli du coude et leur suivi jusqu'au poignet. Au niveau du tiers inférieur de l'avant-bras, les nerfs médian et ulnaire peuvent être stimulés, contrairement au radial qui est uniquement sensitif.

Blocs du nerf médian

Rappel anatomique

Au niveau du pli du coude, le nerf médian est situé entre le bord médial du tendon du biceps et le bord latéral du rond pronateur. L'artère humérale longe le bord latéral du nerf médian.

Ensuite, il chemine au niveau de l'avant-bras entre les tendons du fléchisseur radial du carpe (grand palmaire) et du long palmaire (petit palmaire) pour pénétrer sous le rétinaculum des fléchisseurs dans le canal carpien. Dans la loge moyenne de la main, il se divise en rameaux musculaires thénariens et en nerfs digitaux palmaires communs.

Bloc du nerf médian au pli du coude

Le patient est en décubitus dorsal, le bras en abduction à 90° et la main en supination. L'anesthésiste repère le pli du coude et le tendon du biceps. Il remonte à 3 cm au-dessus du pli du coude pour palper l'artère humérale et pique tangentiellement à la peau et médialement par rapport à l'artère (figure 1.30).

À une profondeur de 1 à 3 cm, on obtient la réponse motrice caractéristique avec une contraction du fléchisseur radial du carpe, une flexion des doigts et une pronation. En échographie, on recherchera le nerf en déplaçant la sonde de part et d'autre de l'artère humérale et l'on constatera qu'il est très souvent accolé à la partie médiale de l'artère et qu'il a une forme ovalaire caractéristique en coupe transverse (figure 1.31). Le nerf sera bloqué par une injection de 5 à 10 mL d'anesthésique local.

Bloc du nerf médian au poignet

Le patient est dans la même position que précédemment. La flexion contre résistance du poignet fait saillir sous la peau, le tendon du long palmaire en médial et latéralement le tendon du fléchisseur radial du carpe (figure 1.32). Le point de ponction est 5 cm au-dessus de la première ligne de flexion du poignet, entre ces deux tendons. Une aiguille de 25 mm est introduite à 45° en direction céphalique. La réponse recherchée est la contraction des muscles thénariens.

Une injection de 4 à 5 mL est suffisante.

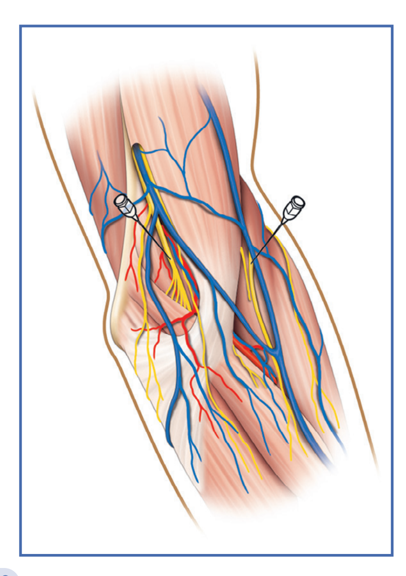


Figure 1.30

Région du pli du coude. Nerf médian et nerf radial.

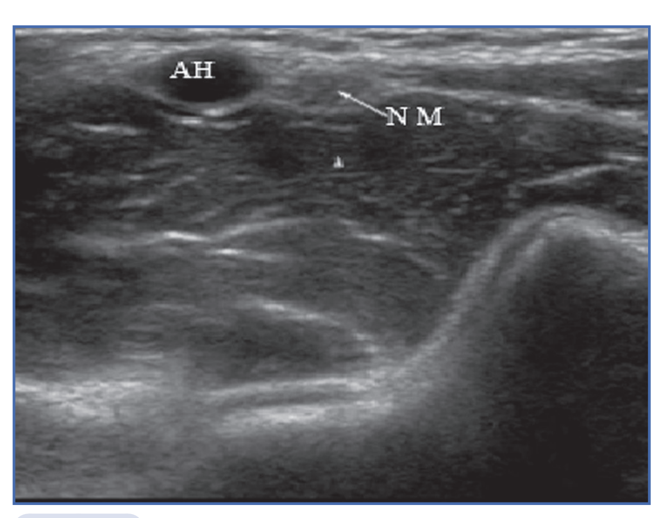


Figure 1.31

Échographie du pli du coude.
AH : artère humérale ; NM : nerf médian au pli du coude.

Blocs du nerf radial

Rappel anatomique

Au niveau du coude, le nerf radial est situé dans le sillon bicipital latéral, entre le biceps et le muscle brachioradial 1 à 3 cm au-dessus du pli du coude ; il se divise en deux branches : une superficielle sensitive et une

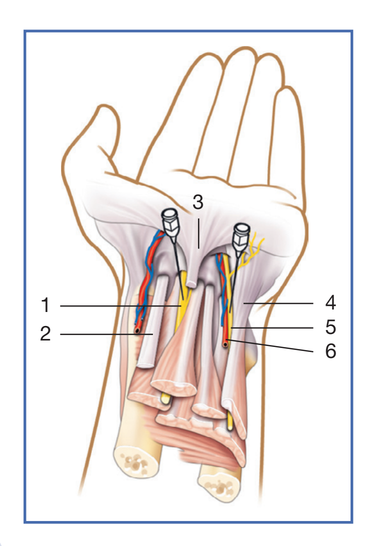


Figure 1.32

Nerf médian et ulnaire.
1. Nerf médian. 2. *Flexor carpi radialis* (FCR). 3. Ligament annulaire du carpe. 4. *Flexor carpi ulnaris* (FCU). 5. Nerf cubital. 6. Artère cubitale.

profonde motrice. La branche superficielle descend au niveau de l'avant-bras contre la face profonde du muscle brachioradial, passe sous le tendon de ce muscle pour gagner le bord latéral de l'avant-bras et se terminer par des branches digitales dorsales. La branche profonde a un trajet latéral et postérieur pour émerger au niveau du muscle supinateur et donner des branches terminales innervant les muscles extenseurs du poignet et des doigts.

Bloc du nerf radial au pli du coude

Le patient, couché sur le dos, a le bras en abduction et la main en supination. Le point de ponction est à 3 cm au-dessus du pli de flexion du coude et latéralement par rapport au tendon du biceps. L'aiguille est introduite en direction céphalique et à une profondeur de 2 à 3 cm.

La réponse attendue est l'extension du poignet et des doigts et/ou une supination de l'avant-bras. En échographie, le nerf est isolé, facilement identifiable, aucune structure vasculaire n'est à proximité. L'injection sera de 5 à 10 mL.

Bloc du nerf radial au poignet

Il s'agit d'un bloc purement sensitif, donc sans neurostimulation. Le point de ponction est à 3 cm au-dessus du sommet de la tabatière anatomique, sur le versant externe de l'avant-bras (figure 1.33). Une infiltration sous-cutanée de 4 à 5 mL d'anesthésique de part et d'autre du bord externe permet la sédation de ce nerf.

Blocs du nerf ulnaire

Rappel anatomique

Le nerf ulnaire, à la face postérieure du coude, passe dans la gouttière épitrochléoolécrânienne en arrière de l'épicondyle médial. Il poursuit son trajet entre les deux chefs du fléchisseur ulnaire du carpe. Au tiers inférieur de l'avant-bras, il chemine entre l'artère ulnaire latéralement et le fléchisseur ulnaire du carpe médialement. Au poignet, le nerf passe dans le canal ulnaire et se divise en deux branches. La branche profonde innerve l'adducteur et le court fléchisseur du pouce.

Bloc du nerf ulnaire au pli du coude

Le patient, en décubitus dorsal, a le bras en abduction à 90° et fléchi à 60°. Le point de ponction est toujours à distance de la gouttière épitrochléoolécrânienne afin d'éviter le risque de paresthésies séquellaires très désagréables. Il existe deux voies possibles : on trace une ligne passant entre le condyle médial et l'olécrane dans le prolongement du sillon ulnaire et on pique soit 3 cm au-dessus de cette ligne en direction céphalique, soit 3 cm en dessous et en direction caudale (figures 1.34 et 1.35).

La réponse recherchée est soit une flexion de l'annulaire et de l'auriculaire, soit une adduction du pouce. En échographie le nerf aura à ce niveau un aspect triangulaire caractéristique en coupe transversale. Le bloc est obtenu par une injection de 5 à 10 mL.

Bloc du nerf ulnaire au poignet

Le patient est installé en décubitus dorsal avec le bras en abduction et l'avant-bras en supination. Le point de ponction est situé en proximal par rapport au premier pli de flexion du poignet, à environ 3 à 5 cm de ce pli, sur le bord médial de l'avant-bras et en arrière du tendon du fléchisseur ulnaire du carpe (figure 1.32).

L'aiguille de neurostimulation, qui est introduite perpendiculairement à la peau, recherche une contraction des muscles hypothénariens et/ou une adduction du pouce. Le nerf sera bloqué par une injection de 4 à 5 mL.

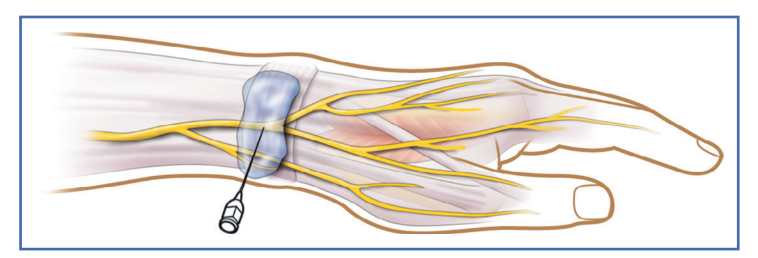


Figure 1.33
Bloc du nerf radial au niveau du poignet.

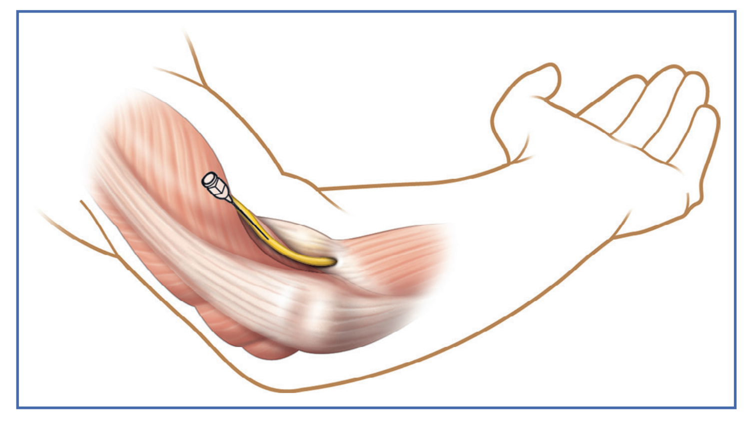


Figure 1.34
Point de ponction du nerf ulnaire sous la ligne joignant le condyle médial et l'olécrane.

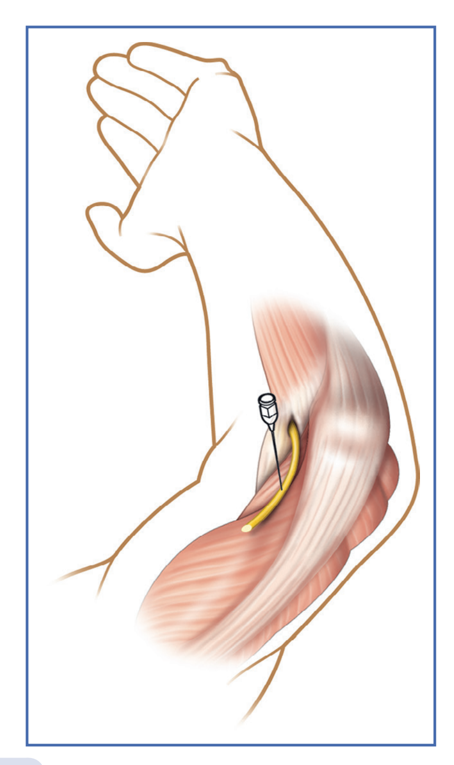


Figure 1.35
Point de ponction du nerf ulnaire au-dessus de la ligne joignant le condyle médial et l'olécrane.

Bloc interdigital

Nous parlons bien d'un bloc interdigital et non d'une anesthésie locale de doigt. En effet, l'anesthésie en bague d'un doigt, quoique très efficace, est douloureuse pour le patient. De plus, si le volume d'anesthésique injecté est trop important, il existe un risque d'ischémie par hyperpression tissulaire. Les adjuvants adrénalinés sont formellement proscrits dans ce type d'anesthésie des extrémités, toujours à cause de ce même risque ischémique.

L'anesthésiste saisit la commissure entre son pouce, placé à la face dorsale de la commissure et son index placé à la face palmaire. L'aiguille est introduite à la face dorsale de la commissure en rasant le pouce de l'opérateur, selon un axe oblique dirigé vers l'extrémité de l'index situé à la face palmaire. À 1 cm de profondeur, l'anesthésiste injecte 3 à 5 mL de produit anesthésiant, il renouvelle l'opération au niveau de l'autre commissure pour bloquer les deux nerfs collatéraux (figure 1.36).

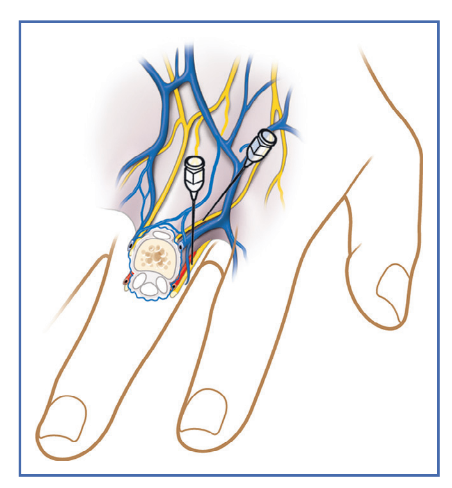


Figure 1.36

Bloc interdigital.

Ce bloc est réalisé en amont de la division du nerf interdigital en nerfs collatéraux; il provoque donc une hémi-anesthésie des deux doigts adjacents à celui qui doit être opéré.

Les indications du bloc interdigital sont limitées à des gestes simples ne nécessitant qu'un temps de garrot très court, voire pas de garrot du tout.

Alternatives à l'anesthésie locorégionale

Anesthésie générale

L'anesthésie générale est un état comparable au sommeil provoqué par l'injection intraveineuse d'un anesthésique et/ou l'administration par voie respiratoire, à l'aide d'un dispositif approprié, de vapeurs de produits anesthésiques.

Elle est utilisée en cas de contre-indication à l'anesthésie locorégionale, lorsque cette dernière est insuffisante ou si le patient le souhaite. Elle reste fréquemment accompagnée de nausées et de vomissements qui retardent le retour à domicile.

Anesthésie locorégionale par voie intraveineuse (ALRIV)

Cette technique ou bloc de Bier, chirurgien allemand qui la décrivit en 1905, consiste en l'injection par voie intraveineuse d'un anesthésique local au niveau d'un membre isolé de la circulation générale par un garrot artériel, après que ce membre ait été vidé de son sang.

Ce bloc est indiqué pour une intervention au niveau du bras ou de l'avant-bras d'une durée maximale de 30 à 60 minutes.

Cette technique présente un risque de toxicité générale aux anesthésiques locaux en cas de lâchage prématuré du garrot. Elle est douloureuse au niveau de ce garrot et il n'y a pas d'analgésie post-opératoire. La seule substance autorisée actuellement pour pratiquer cette anesthésie est la lidocaïne à 0,5 % (40 mL) dont la durée d'action est courte.

Conclusion

La pratique ambulatoire de la chirurgie de la main est en pleine expansion depuis plusieurs années grâce aux progrès réalisés, notamment dans le domaine de l'anesthésie locorégionale.

L'échoguidage a révolutionné nos pratiques en anesthésie locorégionale. La neurostimulation « exclusive » est de moins en moins pratiquée, mais elle reste encore un complément sécuritaire indispensable à l'échographie qui n'est pas une technique infaillible.

Les aspects essentiels pour les blocs du membre supérieur restent la bonne connaissance de l'anatomie et de ses variations ainsi que l'acquisition de la sonoanatomie.

Le bloc axillaire est la procédure la plus utilisée en anesthésie locorégionale.

La chirurgie de la main, par sa fréquence et son retentissement fonctionnel, représente un enjeu majeur de santé publique. Les techniques qui permettent la pratique en ambulatoire participent à la maîtrise des coûts par l'absence de séjour hospitalier et par un moindre risque d'infections nosocomiales.

Des progrès restent encore à réaliser dans le domaine de la douleur post-opératoire, notamment dans sa composante chronique, et dans la prise en charge des phénomènes d'algoneurodystrophie (syndrome douloureux régional complexe type 1) et d'hyperalgésie. Un des moyens est de prolonger l'analgésie post-opératoire pour permettre une mobilisation rapide et efficace réduisant ainsi les séquelles.

Fiche d'information du patient

Madame, Monsieur,

Vous allez être opéré(e) sous anesthésie locorégionale et nous vous prions de lire attentivement cette fiche d'information.

En salle d'opération, vous pourrez voir, entendre et parler avec toute l'équipe médicochirurgicale, mais si cela vous angoisse ou nuit à votre confort, il sera toujours possible de vous faire dormir légèrement ou de vous faire écouter de la musique.

En cas d'inefficacité de la locorégionale (ce qui arrive parfois), il faudra faire une anesthésie générale, mais cela ne retardera pas votre retour à la maison.

En salle d'opération, la température est généralement abaissée pour réduire les risques d'infection.

Bien que la chirurgie soit généralement courte, la durée d'hospitalisation en ambulatoire ne pourra être inférieure à 3 ou 4 heures.

Votre bras opéré « dormira » pendant 1 heure, 6 heures, 12 heures, 24 heures ou plus suivant votre métabolisme, les produits utilisés, la durée d'analgésie souhaitée, le moment de l'évaluation neurologique souhaitée par les chirurgiens.

Afin d'éviter toute blessure, après l'opération il faudra maintenir le bras en écharpe jusqu'à ce qu'il récupère toute sa force.

Il faudra être attentif à ne pas poser le bras anesthésié sur une surface chaude (radiateur, cuisinière).

Il vous faudra aussi maintenir la main opérée légèrement surélevée pour diminuer l'œdème.

La nuit il faudra positionner le membre anesthésié de telle façon qu'il n'y ait pas de risque de compression.

Commencez à prendre des antidouleurs dès que le bras « se réveille ». Une ordonnance d'antidouleur vous sera prescrite avant votre sortie.

Vous ne devrez pas conduire tant que le bras ne sera pas complètement réveillé (environ 24 heures).

Vous pourrez présenter des hématomes aux différents points de ponction. Ils disparaîtront en quelques jours.

Vous pourrez de façon exceptionnelle présenter des troubles respiratoires (pneumothorax).

Vous pourrez présenter des fourmillements et/ou des picotements dans le bras ou les doigts, persistants parfois plusieurs jours, mais toujours transitoires.

[Signature du patient]

Références

[1] Berthier F1, Lepage D, Henry Y, et al. Anatomical basis for ultrasound-guided regional anaesthesia at the junction of the axilla and the upper arm. Surg Radiol Anat 2010 ; 32(3) : 299–304.

[2] Borgeat A, Ekatodramis G, Dumont Ch. An evaluation of the infraclavicular block via a modified approach of the Raj technique. Anesth Analg 2001 ; 93 : 436–41.

[3] Brown DL, Cahill DR, Bridenbaugh LD. Supraclavicular nerve block : anatomic analysis of a method to prevent pneumothorax. Anesth Analg 1993 ; 76(3) : 530–4.

[4] Brull R, Chan VW. The corner pocket revisited. Reg Anesth Pain Med 2011 ; 36(3) : 308.

[5] Chan VW. Applying ultrasound imaging to interscalene brachial plexus block. Reg Anesth Pain Med 2003 ; 28 : 340–3.

[6] Chan VW, Perlas A, Rawson R, et al. Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. Anesth Analg 2003 ; 97 : 1514–7.

[7] Chauvin M, Lejus C, Scherpereel P, et al. Control of immediate postoperative pain in patients who received remifentanil during balanced anaesthesia for severely painful surgery. Br J Anaesth 1998 ; 80(suppl. 1) : A613.

[8] Chung F, Mezei G. Factors contributing to a prolonged stay after ambulatory surgery. Anesth Analg 1999 ; 89 : 1352–9.

[9] Christophe JL, Berthier F, Boillot A, et al. Assessment of topographic brachial plexus nerves variations at the axilla using ultrasonography. Br J Anaesth 2009 ; 103 : 606–12.

[10] Desmet M, Braems H, Reynvoet M, et al. I.V. and perineural dexamethasone are equivalent in increasing the analgesic duration of a single-shot interscalene block with ropivacaine for shoulder surgery : a prospective, randomized, placebo-controlled study. Br J Anaesth 2013 ; 111(3) : 445–52.

[11] Eledjam JJ, Deschodt J, Viel EJ, et al. Brachial plexus block with bupivacaine : effects of added alpha-adrenergic agonists : comparison between clonidine and epinephrine. Can J Anaesth 1991 ; 38(7) : 870–5.

[12] Fredrickson Fanzca MJ1, Danesh-Clough TK, White R. Adjuvant dexamethasone for bupivacaine sciatic and ankle blocks : results from 2 randomized placebo-controlled trials. Reg Anesth Pain Med 2013 ; 38(4) : 300–7.

[13] Guntz E, Dumont H, Roussel C, et al. Effects of remifentanil on N-methyl-D-aspartate receptor : an electrophysiologic study in rat spinal cord. Anesthesiology 2005 ; 102(6) : 1235–41.

[14] Hadzic A, Arliss J, Kerimoglu B, et al. A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand and wrist day-case surgeries. Anesthesiology 2004 ; 101(1) : 127–32.

[15] Hadzic A, Williams BA, Karaca PE, et al. For outpatient rotator cuff surgery, nerve block anesthesia provides superior same-day recovery over general anesthesia. Anesthesiology 2005 ; 102(5) : 1001–7.

[16] Helayel PE, de Oliveira Filho GR, da Conceição DB, et al. Learning curves and mathematical models for interventional ultrasound basic skills. Anesth Analg 2008 ; 106(2) : 568–73.

[17] Kapral S, Greher M, Huber G, et al. Ultrasonographic guidance improves the success rate of interscalene brachial plexus blockade. Reg Anesth Pain Med 2008 ; 33 : 253–8.

[18] Kapral S, Krafft P, Eibenberger K, et al. Ultrasound-guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. Anesth Analg 1994 ; 78 : 507–13.

[19] Kilka HG, Geiger P, Mehrkens HH. Die vertikale infraclaviculäre Blockade des plexus brachialis. Anesthesist 1995 ; 44 : 339–44.

[20] Kinirons BP, Bouaziz H, Paqueron X, et al. Sedation with sufentanil and midazolam decreases pain in patients undergoing upper limb surgery under multiple nerve block. Anesth Analg 2000 ; 90(5) : 1118–21.
[21] Koscielniak-Nielsen ZJ, Stens-Pedersen HL, Lippert FK. Readiness for surgery after axillary block : single or multiple injection techniques. Eur J Anaesthesiol 1997 ; 14(2) : 164–71.
[22] Koscielniak-Nielsen ZJ, Nielsen PR, Nielsen SL, et al. Comparison of transarterial and multiple nerve stimulation techniques for axillary block using a high dose of mepivacaine with adrenaline. Acta Anaesthesiol Scand 1999 ; 43(4) : 398–404.
[23] Kulenkampff D. Zur Anästhesierung des Plexus Brachialis [sur l'anesthésie du plexus brachial]. Zentralbl Chir 1911 ; 38 : 1337–40.
[24] Lichtenstein DA, Mezière G, Lascols N, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. Crit Care Med 2005 ; 33 : 1231–8.
[25] Lavoie J, Martin R, Tetrault JP, et al. Axillary plexus block using a peripheral nerve stimulator : single or multiple injections. Can J Anaesth 1992 ; 39(6) : 583–6.
[26] Marhofer P, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance in regional anaesthesia. Review article. British Journal of Anaesthesia 2005 ; 94(1) : 7–17.
[27] Meier G, Bauereis C, Heinrich C. Interscalene brachial plexus catheter for anesthesia and postoperative pain therapy. Experience with a modified technique. Anaesthesist 1997 ; 46(8) : 715–9.
[28] Perlas A, Lobo G, Lo N, et al. Ultrasound-guided supraclavicular block : outcome of 510 consecutive cases. Reg Anesth Pain Med 2009 ; 34 : 171–6.
[29] Pippa P, Cominelli E, Marinelli C, et al. Brachial plexus block using the posterior approach. Eur J Anaesthesiol 1990 ; 7 : 411–20.
[30] Raj PP, Montgomery SJ, Nettles D, et al. Infraclavicular brachial plexus block-a new approach. Anesth Analg 1973 ; 52(6) : 897–904.
[31] Remérand F, Laulan J, Couvret C, et al. Is the musculocutaneous nerve really in the coracobrachialis muscle when performing an axillary block ? An ultrasound study. Anesth Analg 2010 ; 110 : 1729–34.
[32] Retzl G, Kapral S, Greher M, et al. Ultrasonographic findings of the axillary part of the brachial plexus. Anesth Analg 2001 ; 92 : 1271–5.
[33] Ruzic Y, Beylacq L, Lasserre A, et al. In : Description échographique de la localisation des nerfs du plexus brachial au creux axillaire en fonction de la position de l'avant-bras. Paris : SFAR ; 2011. p. R024.
[34] Sims JK. A modification of landmarks for infraclavicular approach to brachial plexus block. Anesth Analg 1977 ; 56(4) : 554–5.
[35] Singelyn FJ, Seguy S, Gouverneur JM. Interscalene brachial plexus analgesia after open shoulder surgery : Continous versus patient controlled infusion. Anesth Analg 1999 ; 89 : 1216–20.
[36] Singelyn JF, Lhotel L, Fabre B. Pain relief after arthroscopic shoulder surgery. A comparaison between intraarticular analgesia, suprascapular nerve block and interscalene brachial plexus block. Anesth Analg 2004 ; 99 : 589–92.
[37] Soares LG, Brull R, Lai J, et al. Eight ball, corner pocket : the optimal needle position for ultrasound-guided supraclavicular block. Reg Anesth Pain Med 2007 ; 32(1) : 94–5.
[38] Petrar SD, Seltenrich ME, Head SJ, et al. Hemidiaphragmatic paralysis following ultrasound-guided supraclavicular versus infraclavicular brachial plexus blockade. Reg Anesth Pain Med 2015 ; 40 : 394–5.
[39] Techasuk W1, González AP, Bernucci F, et al. A randomized comparison between double-injection and targeted intracluster-injection ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. Anesth Analg 2014 ; 118(6) : 1363–9.
[40] Tetzlaff JE, Yoon HJ, Dilger J, et al. Subdural anaesthesia as a complication of an interscalene brachial plexus block. Case rep Reg Anesth 1994 ; 19 : 357–9.
[41] Urmey WF1, Talts KH, Sharrock NE. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. Anesth Analg 1991 ; 72(4) : 498–503.
[42] Verelst P, van Zundert A. Incidence of phrenic nerve block after interscalene brachial plexus block. Reg Anesth Pain Med 2011 ; 36(4) : 411–2.
[43] Vieira PA1, Pulai I, Tsao GC, et al. Dexamethasone with bupivacaine increases duration of analgesia in ultrasound-guided interscalene brachial plexus blockade. Eur J Anaesthesiol 2010 ; 27(3) : 285–8.
[44] Volpicelli G. Sonographic diagnosis of pneumothorax. Intensive Care Med 2011 ; 37(2) : 224–32.
[45] Whiffler K. Coracoid block : a safe and easy technique. Br J Anaesth 1981 ; 53 : 845–8.
[46] Winnie AP. Interscalene brachial plexus block. Anesth Analg 1970 ; 49 : 455–66.

Chapitre 2

La microchirurgie d'urgence

A. Ooi, A. Lahiri, A. Y.T. Lim

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

La microchirurgie est une technique qui est restée confidentielle jusqu'aux années 1970. Elle fait désormais partie du bagage technique de tout chirurgien qui se consacre à une chirurgie de réparation et de reconstruction aussi bien dans le cadre de la traumatologie d'urgence que dans celui de la chirurgie secondaire [46, 40].

Dans le domaine de la chirurgie de la main elle a permis de transformer, entre autre, le devenir fonctionnel des traumatisés de la main [53].

L'impact socioéconomique de ces techniques est important car elles permettent de replanter la main ou les doigts d'un blessé voués à l'amputation, de revasculariser des tissus voués à la nécrose [49]. Ces techniques microchirurgicales ont contribué à développer le concept de réparation globale d'un traumatisme complexe de la main comme nous le rapportons dans le chapitre 4 (traitement tout en un temps avec mobilisation précoce [TTMP]) [45, 13].

Cet apport technique nécessite d'être parfaitement intégré dans la pratique de l'urgence au niveau des équipes médicales et paramédicales. L'évaluation du patient permettra de déterminer si son état est compatible avec l'utilisation des techniques microchirurgicales en fonction de son traumatisme.

Nous rappellerons également les principes fondamentaux de la pratique de la microchirurgie en urgence et comment elle vient s'inscrire dans le cadre d'une réparation globale réfléchie et hiérarchisée.

Enfin, il faut insister, au-delà de l'acte technique, sur la nécessité du travail d'équipe pour maîtriser au mieux les conséquences des variations hémodynamiques, de l'altération de l'endothélium ou de la paroi vasculaire souvent sous-estimée et de l'hypercoagulabilité qui s'installe au décours d'une intervention souvent longue et qui va conduire à la thrombose. Cette triade de Virchow est difficile à maîtriser et peut conduire à l'échec.

La prise en charge d'un patient relevant de la microchirurgie

L'organisation des services d'urgence est essentielle pour la prise en charge d'un blessé de la main relevant des techniques microchirurgicales. De nombreux pays sont désormais équipés de service d'urgence de la main ce qui permet une admission directe des blessés, réduisant ainsi le temps d'ischémie ou de dévascularisation totale des tissus. Pour les services d'urgence générale il est essentiel que l'urgentiste identifie dès l'admission du blessé une hypovascularisation voire une dévascularisation totale pour faire appel d'emblée au chirurgien de la main. Trop de temps est encore perdu dans les unités d'urgence générale sous prétexte qu'il s'agit d'une plaie de main sans engagement du pronostic vital. D'autre part, en présence d'une plaie apparemment bénigne, le chirurgien urgentiste prend la décision d'opérer le blessé et se retrouve bloqué dans le traitement car il n'a ni les compétences ni le plateau technique pour réparer par techniques microchirurgicales un pédicule vasculonerveux.

C'est grâce à la bonne organisation de l'ensemble de l'équipe chirurgicale, à la bonne connaissance des antécédents et des besoins du blessé et de la parfaite évaluation de la nature du traumatisme qu'une stratégie gagnante sur le plan fonctionnel peut être élaborée (figure 2.1).

L'équipe

Les premiers soins réalisés sur les lieux de l'accident et à l'admission au service d'urgence doivent préserver au mieux le membre amputé, arrêter toute hémorragie et proscrire toute ligature de vaisseaux.

Sur le moignon d'amputation il suffit d'appliquer des compresses humides de sérum physiologique et de réaliser un pansement compressif. Si l'hémorragie persiste, un garrot peut être appliqué en évitant une striction des tissus qui altérerait les structures vasculaires. L'heure de la pose doit être clairement indiquée et ne doit pas excéder deux heures. Le ou les doigts amputés seront entourés de compresses humidifiées par du sérum physiologique puis emballés dans un sac plastique étanche, l'ensemble est déposé dans un sac de glace, ce qui va assurer leur réfrigération à + 4 °C et prolonger la tolérance des tissus à la dévascularisation (figure 2.2). Mais pour les amputations plus proximales du

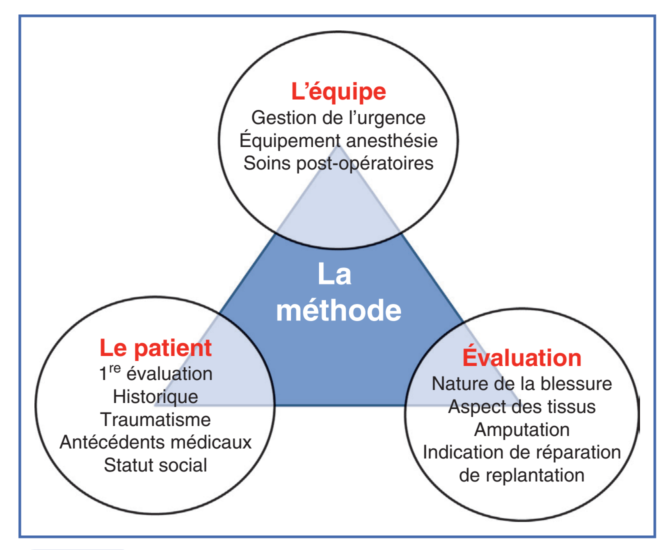


Figure 2.1

Organisation nécessaire à la prise en charge d'un blessé relevant de la microchirurgie.

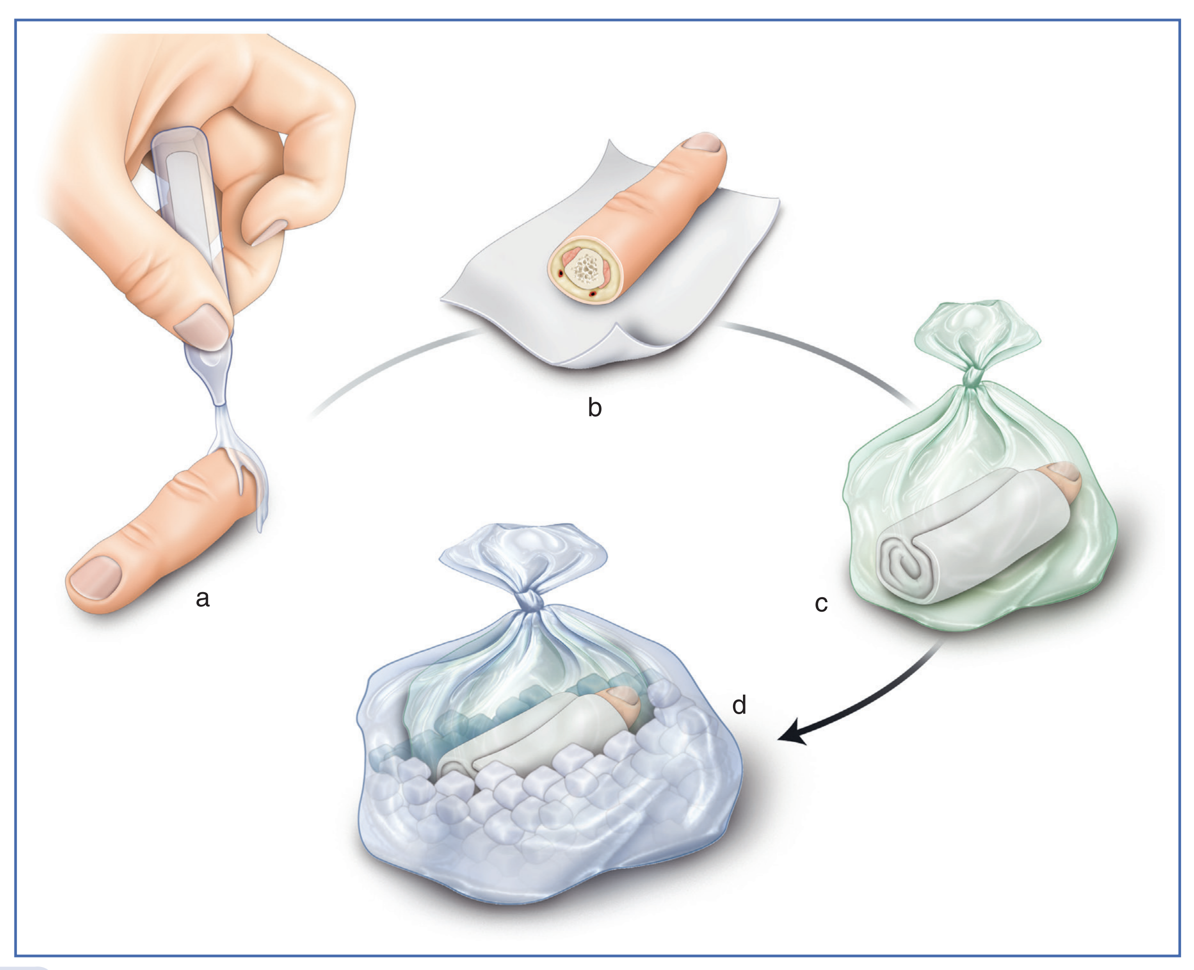


Figure 2.2

Conditionnement d'un doigt amputé.
Décontamination par du sérum physiologique (a), le doigt est emballé dans une compresse humide (b), l'ensemble est enfermé dans un sac plastique étanche (c), puis déposé dans un sac contenant des glaçons (d).

membre supérieur la tolérance est moindre car la masse musculaire est très sensible à l'ischémie (tableau 2.1).

Lors de la première prise en charge, l'équipe d'urgence ne doit pas s'engager sur la faisabilité de la replantation, seul le chirurgien, en fonction des antécédents du patient et de la nature des lésions, pourra prendre la décision et la justifier auprès du blessé. Si le service spécialisé en chirurgie de la main est éloigné du service d'urgence, il est important de rassembler rapidement un maximum des informations qui sont énoncées dans le tableau 2.2, [68].

Si les amputations sont multiples ou bilatérales, ces informations permettent de convoquer une deuxième équipe de chirurgie de la main. Enfin, il est très utile de prendre des photos et de les transférer par réseau sécurisé car une description orale téléphonique ne permet pas toujours de faire état de la réalité des lésions.

Il est important que les équipes spécialisées en chirurgie de la main prennent le temps de former et informer les médecins du travail, les infirmiers et secouristes d'entreprise,

Tableau 2.1. Tolérance des tissus dévascularisés en hypothermie et en normothermie [50, 55].

Partie amputée	Temps d'ischémie en hypothermie (heures)	Temps d'ischémie en normothermie (heures)
Doigt	24	12
Poignet jusqu'au milieu de l'avant-bras	16	8
Avant-bras jusqu'au {1/3} inférieur du bras	14	7
De la partie proximale jusqu'au milieu du bras	12	6
Tissu		
Peau et tissus sous-cutanés	12	6
Muscle	8	2
Os	24	3

Tableau 2.2. Informations à recueillir lors de l'envoi d'un patient amputé ou dévascularisé à un centre spécialisé [68].

Informations concernant à la blessure
1. Heure de la blessure, afin de déterminer le temps d'ischémie
2. Mécanisme lésionnel
3. Niveau de la blessure
4. Radiographie du moignon et de la partie amputée
5. Traumatismes associés
6. État hémodynamique
Information concernant le blessé
1. Âge
2. Droitier ou gaucher
3. Travail et loisirs
4. Antécédents médicaux (diabète et maladies vasculaires)
5. Traitements et médications en cours et allergies
6. État vaccinal
7. Tabagisme
8. Heure de la dernière alimentation

les équipes de secours et d'urgentistes à la rapidité et à l'efficacité de la prise en charge de ces blessés afin d'éviter d'allonger le temps d'ischémie et les erreurs d'aiguillage dans des établissements de soins non spécialisés.

Le plateau technique

La microchirurgie exige l'utilisation de moyens grossissants, qu'il s'agisse de loupe ou de microscopes opératoires.

Les loupes grossissantes

Les loupes grossissantes suffisent à l'exploration des tissus et à la réparation des vaisseaux de plus de 2 mm de diamètre. Plusieurs modèles sont disponibles sur le marché et le compromis est entre la puissance grossissante et le champ de vision [4]. Mais plus les loupes sont grossissantes plus elles sont difficiles à supporter pour des opérations de longue durée compte tenu de leur poids. Une distance de travail d'environ 40 cm est confortable pour la plupart des chirurgiens. Un grossissement de 2,5 × est un bon compromis pour le débridement et la dissection des tissus. La réparation des structures fines sera effectuée avec un grossissement de 4 ×.

Le microscope

La réparation de la plupart des nerfs et vaisseaux de moins de 2 mm sera effectuée sous microscope opératoire équipé d'un double poste afin que l'assistant soit dans le même univers visuel que l'opérateur. Le grossissement utile se situe entre 5 × et 24 ×. Le fonctionnement du microscope doit être connu au préalable par l'ensemble des membres de l'équipe et non pas être une découverte au moment de l'intervention. Le développement des caméras vidéo à très haute définition remplacera prochainement les microscopes grâce à des écrans à vision 3D, ce qui procurera une meilleure profondeur de champ au chirurgien et diminuera sa fatigue visuelle.

L'installation du chirurgien au microscope est importante, une bonne posture évitera l'apparition de douleurs dorsolombaires, la hauteur de son siège sera réglée pour atteindre, sans bouger le corps, le pédalier qui contrôle la mise au point du microscope et le grossissement. Afin d'assurer une bonne stabilité des mains, les avant-bras reposent sur un champ opératoire épais ce qui facilite les mouvements des poignets et le roulement des instruments de microchirurgie dans la pince tridigitale (1,51). L'assistant procédera de même afin de pouvoir aider à la section des fils de suture, au maintien des clamps etc. (figure 2.3).

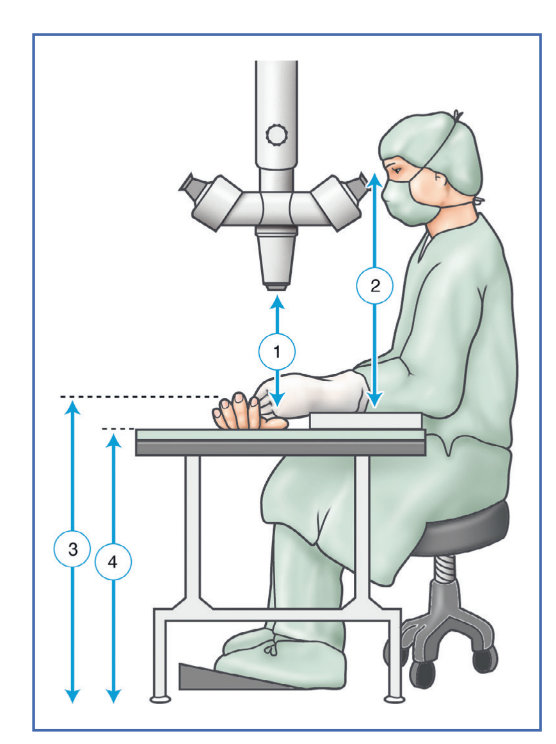


Figure 2.3

Installation du chirurgien au microscope.
1. La focale du microscope doit être adaptée à la chirurgie de la main afin de faciliter la gestuelle instrumentale du chirurgien.
2. L'inclinaison des oculaires permet une installation confortable pour éviter des dorso-lombalgies. 3. et 4. La table à bras et le plan opératoire sont réglés en hauteur afin que les avant-bras du chirurgien reposent de manière détendue sur une champ opératoire roulé afin de mieux les stabiliser.

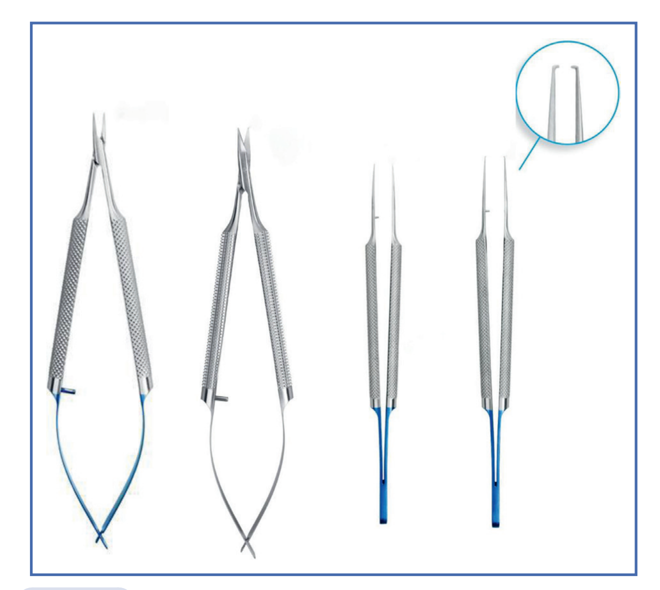


Figure 2.4

Instrument de microchirurgie en titane à corps rond Biover®. La pince à microgriffes est dédiée uniquement à la manipulation des nerfs cicatriciels.

L'instrumentation microchirurgicale

L'instrumentation microchirurgicale doit être parfaite, elle est composée de microporte-aiguilles, microciseaux courbes et droits, micropinces, dilatateurs de vaisseaux et pinces à microvaisseaux [48]. Si, à ses débuts, l'instrumentation classique de microchirurgie a fait appel à des pinces d'horloger et à une instrumentation proche de celle de l'ophtalmologie, il est apparu que le confort et la précision opératoire étaient améliorés par une instrumentation légère et amagnétique en titane équipée de manches ronds de 10 mm de diamètre (Biover®). Le geste microchirurgical est facilité par la rotation des instruments dans une pince tridigitale (pouce, index, majeur) (figure 2.4, tableau 2.3)

Les clamps vasculaires basse pression

Le temps de revascularisation peut être long par la multiplication des anastomoses artérielles et veineuses et la réalisation de pontages. Afin d'éviter les lésions de l'endartère et de l'endoveine qui sont un appel à la thrombose, il convient d'utiliser des clamps à pression contrôlée, dédiés de manière spécifique aux artères et aux veines en fonction de leur diamètre [16]. Ils sont à usage unique car il s'est avéré que les nettoyages et les restérilisations multiples des clamps métalliques altéraient leurs caractéristiques mécaniques. Les clamps à usage unique simple ou double Biover® sont destinés aux artères de 0,5 mm à plus de 2 mm avec des pressions respectives de 40 g/mm² à 120 g/mm². Il en est de même pour les clamps veineux dont la pression s'étale de 15 g/mm² à 40 g/mm² (figure 2.5).

Tableau 2.3. Instrumentation Biover® pour la microchirurgie.

Objet	Fonction
Microporte-aiguille (non-cliqueté)	Manipulation des aiguilles de 50 à 130 microns
Pince sans griffe	Manipulation douce des tissus mous
Pince avec microgriffes	Manipulation des nerfs cicatriciels
Dilatateur de vaisseau	Dilatation non-traumatique des vaisseaux
Microciseaux – droits	Recoupe des vaisseaux
Microciseaux – courbes	Dissection des tissus
Clamps vasculaires à basse pression (simple ou double)	Stabilisation des extrémités de vaisseaux sans dommage pour ses structures

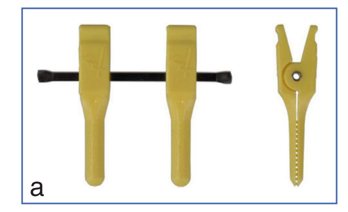


Figure 2.5

Microclamps Biover® à pression contrôlée : double et simple (jaune : artériel ; vert : veineux).

Pendant la réparation chirurgicale le champ opératoire doit être irrigué (seringue avec un cathéter ou aiguille d'ophtalmologie) afin que le champ de vision sous microscope reste propre et que soit évitée la dessiccation des tissus. La coagulation bipolaire et l'utilisation de microclips assurent une parfaite hémostase car la formation d'un hématome en post-opératoire est une complication redoutée nécessitant une réintervention. Des bâtonnets équipés de microéponges évitent la submersion du champ opératoire au moment de la réalisation des microsutures. Une compresse humide et une cupule en plastique contenant du sérum physiologique doivent être accessibles à tout moment pour le nettoyage des micro-instruments.

Les fils de suture

Les fils de sutures sont des monofilaments non résorbables allant de 8/0 pour les grands vaisseaux tels que l'artère brachiale jusqu'à 11/0 pour les vaisseaux les plus distaux des doigts (tableau 2.4).

Tableau 2.4. Microaiguilles, microsutures et utilisation recommandée [11].

Suture (monofilament)	Aiguille (microns)	Vaisseaux
8/0	130	Radial, cubital
9/0	100	De la paume de la main
10/0	75	Digitaux
11/0	50	Enfant

L'anesthésie

L'anesthésiste qui prend en charge le blessé relevant de la microchirurgie doit être formé à l'anesthésie locorégionale, ce qui permet de débuter très vite l'intervention et de créer une bonne antalgie et une vasodilatation et de poursuivre éventuellement par une anesthésie générale. Ces interventions de longue durée exigent que le blessé soit maintenu en normothermie, en normovolémie et conserve une bonne diurèse. En cas de replantation du membre supérieur, la remise en circulation est un moment délicat à gérer car il faut maîtriser le largage de la myoglobine, conséquence de la rhabdomyolyse et compenser les pertes sanguines. L'installation d'un bas débit sanguin peut conduire à la thrombose et donc à l'échec de la replantation.

Il est essentiel d'établir une bonne communication au sein de l'équipe d'anesthésie dès qu'une chirurgie de réimplantation ou de reconstruction est entreprise, ce qui permettra :

- de réduire le temps de transfert du patient entre le service d'urgence et la salle d'opération ;
- de mettre en route le protocole pour une opération de longue durée ;
- de disposer de l'équipement pour réaliser aussi bien une anesthésie locorégionale par bloc sous échographie (voir chapitre 1) qu'une anesthésie générale (6,44), ainsi que d'un monitorage performant ;
- d'anticiper les besoins en transfusion sanguine en cas de replantations de gros segments de membre ;
- d'installer confortablement l'opéré sur la table avec un matelas chauffant tout en veillant à la protection des points d'appui (occiput, sacrum et les coudes) et mettre en place une sonde urinaire pour apprécier la diurèse per et post-opératoire.

Surveillance en soins attentifs

Si l'opéré doit être surveillé en post-opératoire en soins attentifs, il est important que l'anesthésiste et le chirurgien indiquent avec précision son état hémodynamique et les tests pour surveiller la vascularisation du segment réparé ou replanté [34].

Les médecins résidents de garde peuvent aussi jouer un rôle dans la surveillance régulière : ils doivent apprendre à reconnaître les signes de troubles tels qu'une baisse de la température, des changements de couleur des téguments [12]. Des équipements tels que des dispositifs de réchauffement et un appareil à ultrasons portable doivent être disponibles [24, 36]. Si le problème ne peut pas être résolu au lit de l'opéré, il est nécessaire de disposer à tout moment d'une salle d'opération pour effectuer une reprise des sutures microchirurgicales.

Le blessé (figure 2.6)

Bilan initial

Les blessés avec des amputations majeures ou des mutilations des membres sont souvent des polytraumatisés dont le pronostic vital est en jeu. Les examens généraux tels que les tests sanguins, les radiographies, le scanner doivent être effectués selon les besoins. Le groupe sanguin et les tests de compatibilité seront réalisés également en urgence.

Après s'être assuré des fonctions vitales du patient, c'est-à-dire la ventilation, la respiration et la circulation, l'état du membre à replanter ou à reconstruire doit être évalué en sachant qu'entreprendre ce geste chirurgical de longue durée ne doit pas mettre en jeu la vie du blessé.

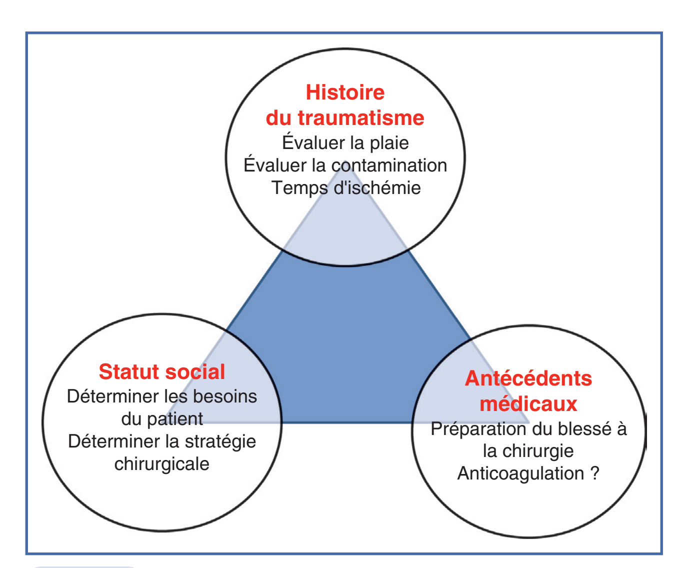


Figure 2.6

Histoire de l'accident, antécédents médicaux, statut social du blessé.

Anamnèse

Circonstances de l'accident

L'heure de l'accident doit être connue afin d'évaluer avec précision le temps d'ischémie. Le mécanisme lésionnel est important à connaître car une section franche sera plus rapide à traiter qu'un écrasement ou une avulsion qui nécessiteront le raccourcissement du membre, un important parage et la réalisation de pontages vasculaires [60].

L'environnement dans lequel la blessure s'est produite permet d'évaluer le degré de contamination des tissus.

Antécédents médicaux

L'évaluation de l'état général du patient est importante car il va indiscutablement influencer la stratégie opératoire.

Un diabète, une hypertension, une artériosclérose sévère, un traitement anticoagulant [10], un tabagisme de plus de 15 cigarettes par jour [67], un alcoolisme chronique, une pathologie psychiatrique sont d'importantes restrictions à la réalisation d'une microchirurgie vasculaire. Le blessé et son environnement doivent être parfaitement informés des contre-indications et des complications possibles.

Demandes sociales et économiques du blessé

Le chirurgien doit prendre en compte la profession du blessé, ses activités de loisirs, ses activités sociales. Les travailleurs manuels et les travailleurs indépendants, selon la couverture sociale qui varie d'un pays à l'autre, ne peuvent pas toujours bénéficier d'un arrêt de travail sans menacer leur emploi. En revanche, la pratique d'un instrument de musique justifie une replantation très distale d'un doigt. La femme, pour des raisons sociales, esthétiques et psychologiques, souhaitera la replantation ou la reconstruction, même si le chirurgien ne peut lui garantir un résultat fonctionnel utile.

Informer le patient : le contrat de soins entre le blessé et son chirurgien

La décision de réimplanter ou reconstruire un membre supérieur n'est pas toujours fondée sur un arbre décisionnel strict. Il s'agit d'un contrat avec le patient qui doit être fait pour s'assurer d'une bonne compréhension des risques et des avantages de la chirurgie. Ceux-ci incluent les risques péri-opératoires et le temps nécessaire à la rééducation. Le blessé doit être mis au courant des risques d'échec de la réimplantation ou de la revascularisation, avec son corollaire l'amputation.

À ce stade, il convient d'expliquer qu'une chirurgie reconstructrice secondaire est possible avec des techniques d'ostéoplastie ou de transferts d'orteils.

Dans quelques cas, le blessé est incapable de s'inscrire dans un schéma thérapeutique qui implique sa participation active dans chacune des étapes; il est alors préférable pour le chirurgien de limiter le traitement à une intervention unique.

Évaluation de la blessure

Il est préférable de réaliser le bilan des lésions lorsque le patient est sédaté, le plus souvent par un bloc axillaire, ce qui permet la mise en place d'un garrot pneumatique à pression contrôlée. Pour des raisons médicolégales et éducatives, il est souhaitable de réaliser des photographies des lésions.

Ce bilan permet de déterminer s'il s'agit d'une plaie franche ne nécessitant qu'un modeste parage ou d'une plaie légèrement contuse imposant un parage plus important. Dans ces deux cas, la réparation directe des tissus est possible.

L'écrasement des tissus est de gestion plus difficile car il convient de déterminer l'étendue des lésions qui nécessitent un parage profond avec une évaluation très précise des pédicules vasculonerveux qui relèvent alors de pontages et de greffes nerveuses.

L'avulsion est le mécanisme lésionnel le plus sévère à traiter car les lésions siègent à différents niveaux en fonction de la résistance à la traction des tissus, les nerfs se rompant à un niveau différent des vaisseaux et des tendons. La peau peut être arrachée réalisant un véritable dégantage du membre. Dans ce cas, la priorité sera de réaliser dans un 1er temps la stabilisation du squelette, la revascularisation et la couverture des tissus nobles par un lambeau ou un pansement synthétique temporaire.

Dans des traumatismes complexes, lorsque le membre a été happé par une machine, ces différents types de lésions peuvent être associés rendant la réparation complexe nécessitant plusieurs temps opératoires.

Évaluation des atteintes tissulaires

Les cinq groupes tissulaires concernés par le traumatisme sont la peau, les nerfs, les vaisseaux sanguins, les tendons/muscles et les os/articulations. Chaque tissu doit être soigneusement examiné afin de déterminer la perte de substance qui existera après parage et qui nécessitera une reconstruction.

- C'est ici qu'intervient l'expérience du chirurgien en particulier pour ce qui concerne le revêtement cutané.
- L'état neurologique périphérique fait appel au test sensitif à l'aide d'un trombone, l'absence de perception correspond à une lésion nerveuse, l'absence de sudation des téguments oriente également vers une lésion sévère [25]. Plus difficile est le testing moteur car le niveau lésionnel empêche toute évaluation. (voir chapitre 14)
- L'état des axes vasculaires est apprécié par la couleur des téguments, leur température et le remplissage capillaire. Une scarification des téguments permet d'évaluer le saignement. Un examen à l'écho-Doppler peut aider à l'évaluation de la vascularisation du bras et de l'avant-bras et autorisera ou non la réalisation de lambeaux (voir chapitre 8).
- Muscles et tendons : une perte de la cascade physiologique des chaînes digitales signifie la rupture de tendons fléchisseurs, alors que la chute en flexion du ou des doigts signifie l'interruption de la continuité des tendons extenseurs. Plus délicat est l'évaluation de l'atteinte musculaire. La contusion, l'aspect hématique, sa couleur peuvent orienter sur le niveau lésionnel.
- Os et articulations : Les lésions ostéoarticulaires imposent un bilan radiographique et parfois scanographique précis, quitte à les effectuer après réalisation d'un bloc axillaire. Car une des clés du résultat fonctionnel dépendra de la reconstruction des axes et de la longueur du squelette comme nous le développons dans les chapitres 6 et 7.

Au terme de ce bilan lésionnel, le chirurgien peut établir un protocole opératoire et évaluer la durée approximative de sa réalisation. Le tableau 2.5 rend compte de ce bilan.

Amputations

La replantation proximale à l'articulation radiocarpienne est considérée comme majeure (voir chapitre 16). Lorsque la blessure est plus distale, les amputations peuvent être décrites selon les zones de flexion IPD, IPP, MP. Pour les replantations très distales de P3 nous renvoyons à la classification en quatre zones détaillées dans le chapitre 15. Autant nous favorisons les replantations distales à l'IPP qui procurent les meilleurs résultats fonctionnels, autant celle d'un seul doigt amputé à sa base est discutable car elle génère beaucoup de raideurs [64].

Décision du sauvetage d'un membre

Les décisions concernant l'amputation ou le sauvetage d'un membre supérieur suivent différents paradigmes. Même si les indications limites de replantation d'un membre supérieur peuvent donner un résultat fonctionnel décevant, il faut admettre que ce résultat reste supérieur à celui d'une prothèse.

Lors de la revascularisation d'un membre supérieur amputé entre le 1/3 moyen de l'avant-bras et l'épaule, il est essentiel de tenir compte du temps d'ischémie en normothermie. Au-delà de 6 heures, la remise en route de la circulation au niveau du membre peut être à l'origine de complications fatales telles que l'hyperkaliémie et la myoglobinurie, pouvant entraîner un arrêt cardiaque ou une insuffisance rénale.

Différentes cotations ont été proposées pour prédire les probabilités de survie du membre replanté, telle que le *mangled extremity severity score* (MESS) et le *Ganga hospital open injury severity score* (GHOISS) [19, 26, 52]. Bien que décrit initialement pour les lésions des membres inférieurs, le GHOISS est validé et procure un très bon guide pour l'évaluation et le pronostic d'une lésion du membre supérieur. Il s'agit d'un système de notation qui se fonde sur trois composantes incluant le revêtement cutané et les fascias, les os et les articulations, les tendons et les nerfs. Le système procure aussi des lignes directrices pour la méthode de reconstruction et le temps nécessaire (tableau 2.6). La décision ultime quant à la restauration du membre par microchirurgie dépend du contrat entre le chirurgien et le patient et ces systèmes de notation ne servent que de guide au chirurgien.

Indications et contre-indications de la réimplantation

L'évaluation à long terme des replantations a permis de mieux définir les indications et contre-indications qui sont résumées dans le tableau 2.7. Pour les enfants, dans le cadre d'un monotraumatisme, il faut élargir les indications [14]. Il convient également de respecter la demande de replantation pour des raisons sociales, esthétiques et psychologiques. Certaines amputations définitives peuvent conduire à des mécanismes d'exclusion fonctionnelle totale de la main chez des patients au psychisme fragile.

Tableau 2.5. Évaluation des lésions et durée opératoire.

Lésions des doigts/main/bras	amputation	Perte de substance	Protocole opératoire
Peau (60 minutes)			
– pouce IP	++	Niveaux multiples	1. Parage
– index MP	+	2 cm	2. Excision de la zone amputée
– majeur MP	+	1 cm	3. Transposition de l'index sur le pouce au niveau de P1
– paume cubitale	+	– (veines dorsales préservées sauf le pouce)	4. Fermeture primaire ou greffe de peau
Nerf (90 minutes)			
– pouce IP	++	2 cm	1. Recoupe des extrémités nerveuses
– index MP	++	1 cm	2. Sutures primaires ou greffe de nerf
– majeur MP	++	1 cm	
– paume cubitale	–		
Artères (90 minutes)			
– pouce IP	++	2 cm	1. Recoupe en zone saine
– index MP	++	1 cm	2. Réaliser un test de débit sur l'extrémité proximale
– majeur MP	++	1 cm	3. Anastomose terminoterminale
– paume cubitale	+	0,5 cm	4. Greffe veineuse
Tendon et muscle (120 min)			
– pouce IPD	++	1 cm	1. Parage
– index MP	++	1 cm	2. Transplantation de l'index au pouce, réparation du LFP, et du LEP ou fléchisseur superficiel de l'annulaire
– majeur MP	++	1 cm	3. Réparation primaire avec la technique à 6 brins et surjet épitendineux
– paume cubitale	+	0,5 cm	
Os et articulation (90 minutes)			
– pouce IPD	++	2 cm	1. Parage et raccourcissement
– index MP	++	3 cm (col méta)	2. Amputation proximale de l'index
– majeur MP	++	1 cm (col méta)	3. Transposition de P2 de l'index sur P1 du pouce
– paume cubitale	++ (col des métas 4 et 5)	–	4. Réduction et synthèse par broche

IPD : articulation interphalangienne distale ; IP : articulation interphalangienne. MC : métacarpien ; MP : articulation métacarpophalangienne ; LFP : long fléchisseur du pouce. LEP : long extenseur du pouce ; + : amputation partielle ; ++ : amputation totale.

Tableau 2.6. ***Ganga hospital open injury severity score*** **[52].**

	Score
Peau et fascia	
Plaies sans perte de peau :	
– pas au-dessus de la fracture	1
– expose la fracture	2
Plaies avec pertes de peau :	
– pas au-dessus de la fracture	3
– au-dessus de la fracture	4
Plaie circulaire avec perte de peau	5
Squelette : os et articulations	
Fracture transversale/oblique fragment en aile de papillon < 50 % de la circonférence	1
Fragment en aile de papillon > 50 % de la circonférence	2
Fractures comminutives sans perte d'os	3
Perte d'os < 4 cm	4
Perte d'os > 4 cm	5
Muscles, tendons, nerfs	
Plaie partielle musculotendineuse	1
Section complète mais réparable des unités musculotendineuses	2
Plaie irréparable des unités musculotendineuses/ perte partielle d'une loge/blessure complète d'un nerf	3
Perte des unités musculotendineuses d'une loge	4
Perte de deux ou de plusieurs loges, amputation incomplète	5
Facteurs de comorbidité : ajouter deux points pour chaque item présent	
1. Plaie – intervalle de parage > 12 heures 2. contamination par composants organiques eau usées/ blessures agricole 3. Âge > 65 ans 4. Diabète sucré traité/risques anesthétiques en rapport avec des maladies cardiorespiratoires 5. Polytraumatisme concernant le thorax ou l'abdomen avec un ISS > 25/embolie graisseuse 6. hypotension avec tension artérielle systolique < 90 mmHg lors de l'admission 7. Une autre blessure majeure au même membre/syndrome des loges	

* Les blessures avec un score de 14 ou moins devraient être sujettes à une tentative de conservation, alors que celles ayant un score de 17 et plus devraient conduire à une amputation primaire. Les patients obtenant des scores entre ces deux valeurs doivent être examinés par une équipe expérimentée et les décisions prises au cas par cas.

Tableau 2.7. **Indications et contre-indications concernant la réimplantation.**

	Indications	contre-indications relatives
Facteurs reliés au patient	– Amputations de l'enfant – Désir du patient	– Haut risque de chirurgie – Autoamputation (avec maladie psychiatrique active) – Fumeur
Caractéristiques de la blessure	– Pouce – Doigts multiples – Amputation au milieu de la paume – Amputation d'un doigt unique de la zone 1	– Amputation multi-niveaux – Contamination extrême – Arrachage/écrasement sévère – Amputation unique d'un doigt proximal à l'IPP – Temps d'ischémie en normothermie > 12 heures (réimplantation) ou > 24 heures (doigt)

Principes chirurgicaux

Une fois le protocole opératoire défini selon les critères énoncés dans le tableau 2.5, le patient doit être installé et les champs opératoires placés pour permettre d'accéder à des sites donneurs en cas de prise de greffe de peau, de lambeaux, de greffes veineuses et nerveuses etc.

Par ailleurs, toute pièce tissulaire qui ne sera pas destinée à la replantation ou à la revascularisation sera préservée pendant toute la durée opératoire, car elle peut servir de greffe de peau, d'os de vaisseaux de nerfs selon le principe du doigt-banque développé au chapitre 17.

Différentes étapes de l'intervention chirurgicale

La figure 2.7 résume les trois étapes chirurgicales incontournables pour mener à bien une replantation ou une reconstruction après une plaie complexe. Il convient d'insister sur le premier temps opératoire du parage des tissus endommagés de manière irréversible, car laisser en place un tissu voué à la nécrose, c'est engager le patient vers l'infection et la perte du segment traité. L'expérience du chirurgien est ici primordiale.

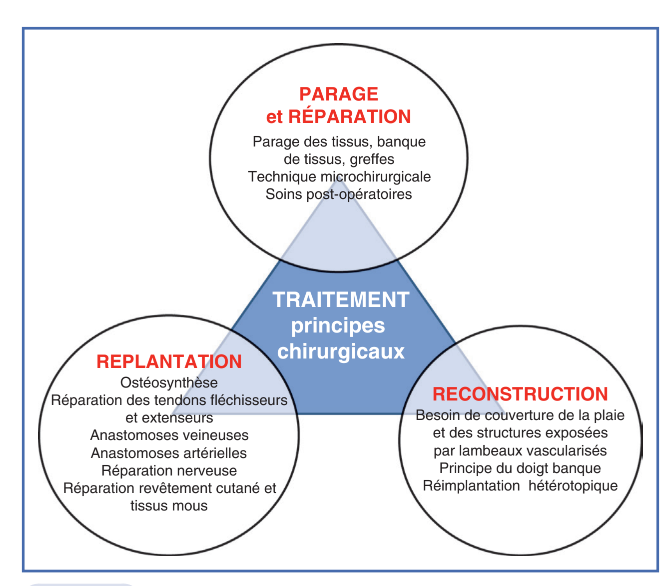


Figure 2.7

Les trois étapes chirurgicales du traitement d'une replantation ou d'un traumatisme complexe.

La stabilisation du squelette fracturé doit être rapide, simple, solide et ne pas gêner le site opératoire où interviendront le temps microchirurgical et la réparation des tendons. Ces techniques d'ostéosynthèses sont développées au chapitre 7.

La réparation des tendons fléchisseurs et extenseurs est exposée aux chapitres 10 et 11.

Les techniques de revascularisation avec suture directe, pontages, sutures terminolatérales sont détaillées aux chapitres 8, 15 et 16.

La réparation des nerfs est un moment important, c'est la clé pour restaurer la fonction sensitive et motrice. Le raccourcissement du squelette au moment de l'ostéosynthèse permet souvent une suture microchirurgicale directe qui sera toujours supérieure à une greffe de nerf comme nous le détaillons dans le chapitre 14. Enfin, de très nombreuses solutions sont proposées au chapitre 9 pour assurer une couverture cutanée de qualité.

Surveillance post-opératoire après microchirurgie vasculaire

Les premières heures post-opératoires sont particulièrement importantes pour s'assurer de la bonne perfusion des tissus. Le personnel de réanimation doit être entraîné à reconnaître une hypovascularisation artérielle, une congestion veineuse. C'est par une réintervention rapide sur les axes vasculaires que la vitalité des tissus sera restaurée. Le tableau 2.8 établit les constantes à surveiller.

Tableau 2.8. Paramètres de surveillance post-opératoire d'un membre replanté ou revascularisé.

Paramètres du patient	Valeur idéale
Pression artérielle moyenne	– 60 mmHg
Volémie	
– diurèse	> 0,5 mg/kg/h
– pression veineuse centrale	10–15 mmHg
Hémoglobine post–opératoire	9–10 g/dL
Température centrale du patient	36,5–37,5
Paramètres du membre opéré	
Couleur	Peau rosée – pâle → hypocirculation artérielle – bleue/mauve → stase veineuse
Temps de remplissage capillaire	1–2 s
Température du membre revascularisé	
– absolue	> 28 °C
– différence avec le niveau de base	< 2 °C
Aspect du revêtement cutané	Ferme – flasques → peu de circulation artérielle – tendu/congestif/œdématié → peu de circulation veineuse
Piqure d'aiguille/ scarification	Saignement clair et rouge en 2 à 3 secondes – > 3 s → Peu de circulation artérielle – sang épais et foncé → peu de circulation veineuse
Surveillance écho-Doppler	Identification des axes vasculaires fonctionnels Surveillance de l'anastomose par appareil d'écho-Doppler implantable

Rééducation

Dès que la qualité de la vascularisation est acquise, il est possible d'envisager une rééducation passive des chaînes digitales pour éviter l'installation de raideurs et d'adhérences au niveau des tendons fléchisseurs et extenseurs. Dès la fin

de la première semaine, le patient reçoit une orthèse en matériau thermoformable stabilisant le poignet en légère extension et en protégeant les doigts en position intrinsèque plus. Il faut que cette orthèse évite tous les points de compression au niveau des axes vasculaires réparés. Le membre doit toujours être en surévaluation au niveau du cœur pour favoriser le retour veineux et diminuer l'œdème. Plusieurs fois par jour, le kinésithérapeute entreprendra une mobilisation passive de toutes les chaînes articulaires et utilisera les effets ténodèses créés par la mobilisation du poignet si le niveau lésionnel le permet. La rééducation active peut débuter entre 4 et 6 semaines selon les protocoles développés aux chapitres 10 et 11.

Chirurgie secondaire

Les résultats fonctionnels peuvent s'avérer décevants après une chirurgie de replantation ou de reconstruction après un traumatisme complexe. Ils sont le plus souvent la conséquence de raideurs articulaires des IP, plus rarement des MP qui sont habituellement traitées par des orthèses dynamiques. Les adhérences tendineuses restreignent l'excursion des fléchisseurs et des extenseurs. Lorsque la rééducation stagne après 3 à 4 mois de prise en charge il est légitime de procéder à des ténolyses, arthrolyses. Il est souhaitable que ce soit le même chirurgien qui réalise ces gestes car il sait exactement où sont les zones de passages des réparations des vaisseaux et des réparations nerveuses. C'est également l'occasion de procéder à des retouches esthétiques sur les lambeaux et les greffes qui avaient été réalisées en première intention.

Évaluation des résultats

C'est à partir de l'évaluation chiffrée des résultats fonctionnels après replantation que l'on a pu être plus précis dans les indications chirurgicales.

C'est indiscutablement la cotation de Tamai qui est la plus précise [62]. Il note la mobilité, la sensibilité, les activités quotidiennes, le degré de satisfaction des patients et la réinsertion professionnelle.

Triade de Virchow

Si la qualité de l'acte microchirurgical est essentielle pour rétablir la circulation sanguine, la pérennité du succès dépend beaucoup de la maîtrise des variations hémodynamiques, de l'altération de l'endothélium ou de la paroi vasculaire souvent sous-estimée et de l'hypercoagulabilité qui s'installe au décours d'une intervention de longue durée [61]. L'anesthésiste-réanimateur a une place essentielle en pré-, per- et post-opératoire pour restreindre au mieux les risques de thrombose, ce qui implique de sa part une bonne connaissance des mécanismes de la coagulation. La triade de Virchow [66] résumée dans la figure 2.8 s'impose à toute l'équipe de soins.

Le mécanisme de la coagulation est complexe car il associe une vasoconstriction des vaisseaux, une agrégation des plaquettes et la production en cascade des facteurs de la coagulation.

Lors de la plaie d'un vaisseau, le tonus de la paroi vasculaire disparaît. La prostacycline et les facteurs endothéliaux qui à l'état normal régulent le tonus les fibres musculaires lisses diminuent et laissent agir les facteurs vasoconstricteurs issus de l'endothélium. Cette vasoconstriction réduit le débit sanguin et favorise l'hémostase [43]. Les plaquettes vont se lier à des glycoprotéines situées sur le collagène. La libération du facteur de von Willebrand (vWF) provoque la production d'intégrine qui renforce le lien entre les plaquettes et la matrice extracellulaire et transporte le facteur VIII. Ce processus de coagulation intrinsèque a besoin de se combiner au mécanisme de coagulation extrinsèque, ainsi le facteur VII va se fixer au facteur tissulaire (FT) que l'on retrouve sur les leucocytes et les fibroblastes [57].

La combinaison du processus extrinsèque et intrinsèque va permettre la transformation de la prothrombine

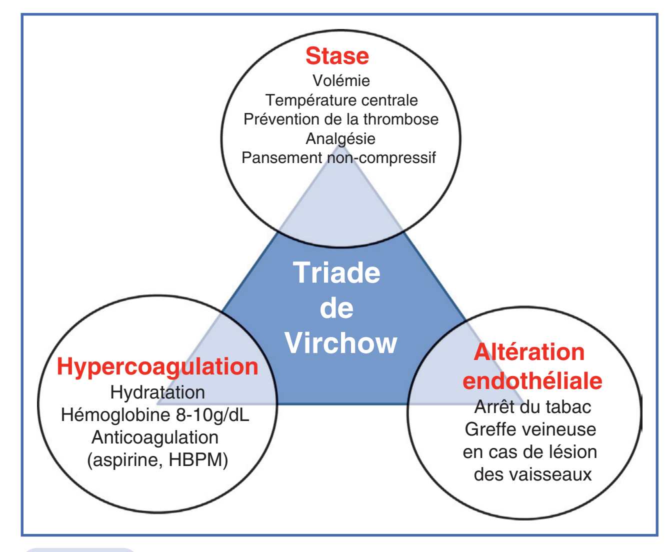


Figure 2.8

La triade de Virchow.

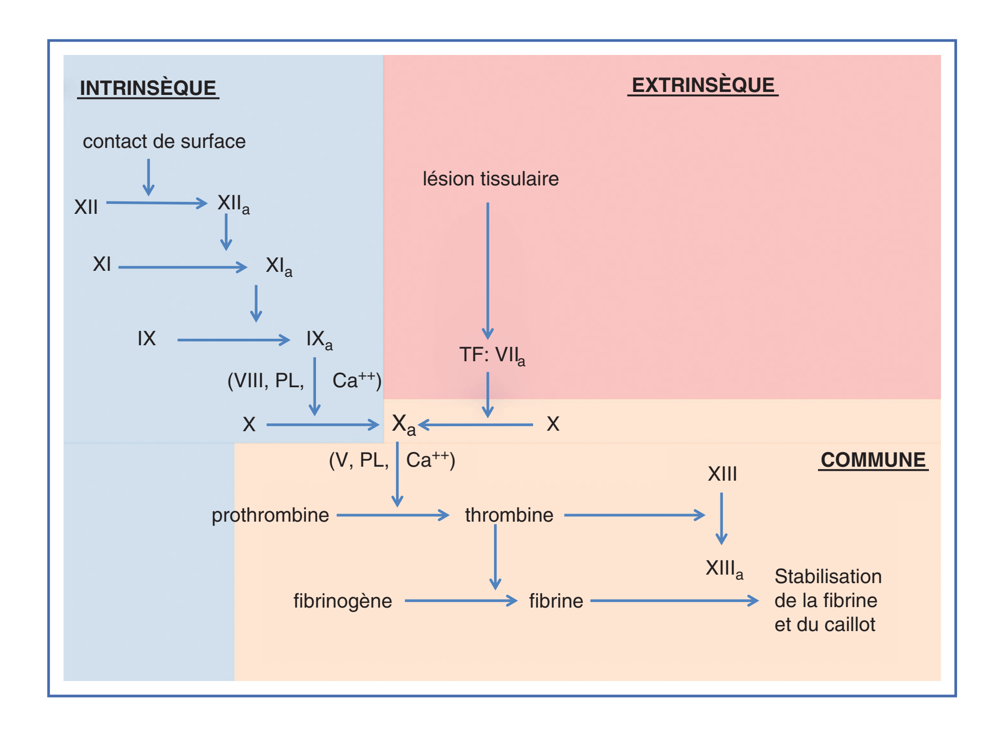


Figure 2.9

Les trois étapes de la coagulation.
XII : facteur de Hageman ou facteur de contact. XI : thromboplastine plasmatique. IX : antihémophile B. VII : proconvertine. XIII : facteur de stabilisation de la fibrine. PL : plaquettes. Ca++ : ions calcium. TF : facteur tissulaire. ($_a$ forme active)

en thrombine qui conduit à la formation de fibrine, cette dernière s'associant avec les plaquettes agrégées produit le caillot (figure 2.9).

Stase sanguine

La stase est une des complications redoutées par le microchirurgien car cette altération du flux sanguin va entraîner la production par l'endothélium de substances prothrombiques dans les vaisseaux [42]. Cet état hémodynamique combiné à un décubitus prolongé et à une altération du débit cardiaque conduit à la thrombose.

Volémie

La déshydratation et l'hypovolémie doivent être évitées, même si le débit cardiaque semble satisfaisant [27]. Les pertes sanguines seront compensées par transfusion ou macromolécules et même seront anticipées par l'anesthésiste lors de la réimplantation de gros fragments car, au moment de la reprise de la circulation, ces pertes sanguines peuvent être importantes. Une voie veineuse centrale ainsi qu'un cathéter artériel s'avèrent très utiles pour contrôler la volémie en évitant de surcharger des opérés qui ont une insuffisance cardiaque ou une néphropathie chronique. Par ailleurs, la mise en place d'une sonde urinaire assure le contrôle de la diurèse.

Spasme vasculaire

Le spasme et la vasoconstriction sont fréquemment rencontrés à la fin des microanastomoses lors de la levée des clamps. Ils se produisent dans 5 à 10 % des interventions et concernent plus les veines que les artères [20]. L'utilisation *in situ* de vasodilatateurs comme les inhibiteurs de la phosphodiestérase tels que l'hydrochloride de papavérine, les antagonistes calciques comme la nicardipine ou le vérapamil et les antagonistes sodiques tels que la lidocaïne s'avèrent le plus souvent efficaces, cependant les veines répondent moins bien aux agents vasodilatateurs [72]. La papavérine est plus communément utilisée de manière topique à une concentration de 30 mg/mL [71], mais exclusivement au niveau périvasculaire car elle a des effets négatifs sur la fonction endothéliale [22, 70].

Anastomoses microchirurgicales

Leur réalisation technique parfaite évite la déchirure endothéliale, la sténose due à des points irréguliers et non symétriques. La rapidité d'exécution évite la dessiccation

des tissus, une instrumentation microchirurgicale atraumatique et l'utilisation de clamps vasculaires à pression contrôlée limiteront la survenue de spasmes et de bas débits (voir chapitre 8).

Enfin, l'étanchéité de la suture doit être parfaite pour éviter l'hématome, source de compression et de vasospasme des pédicules.

Normothermie

Durant ces interventions microchirurgicales de longue durée, il est impératif de maintenir l'opéré en normothermie [33, 59]. La chute de la température centrale provoque vasoconstriction et hypercoagulabilité. Matelas chauffant et couverture sont indispensables ; il en est de même pour le réchauffement des perfusions. Seul le fragment à revasculariser est refroidi à + 4 °C.

Prophylaxie de la thrombose veineuse

La longue immobilisation sur la table d'opération et un décubitus prolongé pendant les premiers jours post-opératoires accroissent le risque de thrombose veineuse. À titre prophylactique, il est impératif de mettre en place des bas de contention ou de réaliser une pressothérapie [35, 56]. L'héparinothérapie à bas poids moléculaire (HBPM) fait également partie de la prévention comme nous le détaillerons ci-dessous.

Analgésie

L'activation du système nerveux sympathique mène également à la vasoconstriction [69]. Dès son admission, le blessé doit être sédaté. La réalisation d'un bloc axillaire de longue durée (24 heures) est la plus efficace. Le relais peut être pris par une pompe à morphine. Une fois que la prise orale est autorisée, l'opéré bénéficiera d'un traitement par paracétamol et codéine.

Complications du garrot et du pansement

Sur les lieux de l'accident, un secouriste peut avoir la mauvaise idée de réaliser un garrot à la racine du membre à l'aide d'un lien étroit et très serré qui crée des lésions pariétales et endothéliales des vaisseaux qui génèrent un deuxième niveau lésionnel entravant la remise en circulation du membre. Cette information doit être impérativement connue par l'équipe chirurgicale.

Par ailleurs, la mise en place d'un garrot pneumatique à pression contrôlée exagérément serré au début de l'intervention peut provoquer une stase veineuse même après sa levée.

Enfin, il est impératif que le chirurgien réalise lui-même le pansement à la fin de son intervention afin d'éviter les points de compressions des axes vasculaires, l'utilisation de compresses humides facilitera par capillarité l'évacuation des suffusions sanguines.

Atteintes endothéliales

L'atteinte de l'endothélium amorce le processus de thrombose comme cela a été détaillé plus haut avec l'agrégation des plaquettes et la conjugaison des mécanismes de coagulation intrinsèque et extrinsèque qui conduisent à la formation du caillot [8]. L'atteinte de l'endothélium est ici d'origine traumatique, mais elle peut être aggravée par une hypertension artérielle, une athéromatose, un tabagisme. Il est important que le chirurgien évalue si ces vaisseaux relèvent d'une réparation microchirurgicale directe ou d'un ou plusieurs micropontages. En cas de lésions étendues, il est alors préférable de renoncer à cette tentative de revascularisation ou de replantation qui sera vouée à l'échec.

Arrêt du tabac

Les études effectuées sur de grandes cohortes ont montré que l'échec d'une réimplantation de doigts est plus grand chez les fumeurs que chez les non-fumeurs (61,1 % *vs* 96,7 % de taux de succès) [17]. La forme la plus sévère du tabagisme conduit à l'endartérite oblitérante. Le simple fait de fumer en post-opératoire entraîne une chute du débit sanguin de 40 %. Ces bas débits sur un endothélium dégradé par le tabac ne peuvent que provoquer une thrombose [47, 65, 67].

L'arrêt de la cigarette est une nécessité absolue avant et après la chirurgie, et en cas de refus du patient il est préférable de renoncer à toute microchirurgie vasculaire.

Extension des lésions vasculaires

En fonction du mécanisme traumatique, les lésions des vaisseaux peuvent être à distance de la plaie ou du niveau d'amputation ; c'est le cas dans les avulsions ou les écrasements. Il faut savoir évaluer le débit sanguin après un premier parage. Une artère saine saigne en continu pendant plusieurs secondes sans diminution du débit ; en revanche, une lésion de l'intima se manifestera par une chute rapide du débit voire son extinction totale. Une rupture sous adventitielle se manifestera par un hématome en bague et par un aspect tortueux du vaisseau réalisant le *ribbon sign*. L'inspection détaillée de la lumière peut montrer des signes de dissection de l'endartère. En cas de doute, il est préfé-

rable de recouper les vaisseaux en zone saine et de rétablir la continuité par des micropontages [5, 38].

Hypercoagulation

L'hypercoagulation est une conséquence directe du traumatisme. Elle va affecter tous les facteurs de la coagulation. L'installation d'une hypovolémie et d'une hyperviscosité met l'opéré dans une situation critique pour bénéficier d'une microchirurgie vasculaire.

Tabagisme

Rappelons que le fumeur voit son débit sanguin diminuer et l'endothélium des vaisseaux se dégrader.

Volémie

La déshydratation provoque une augmentation de l'hématocrite et donc une résistance à la circulation. Le risque de thrombose se trouve accru puisque les plaquettes et les facteurs de coagulation adhérent plus facilement aux cellules endothéliales [15]. Les macromolécules doivent être perfusées avec doigté et la volémie doit être suivie de près, particulièrement lors des périodes per- et post-opératoires. Cela peut être contrôlé grâce au suivi de la diurèse. Le niveau d'hémoglobine post-opératoire devra se situer autour de 9–10 g/dL, ce qui assure un bon transport de l'oxygène.

Pratique des anticoagulants

L'utilisation des anticoagulants en microchirurgie reste controversée et il n'existe pas de consensus pour appliquer un protocole bien défini [2].

La complication majeure de l'utilisation des anticoagulants est de provoquer un saignement source de spasme et de compression au niveau des axes vasculaires réparés.

Quatre-vingts pour cent des thromboses vasculaires surviennent dans les 48 heures qui suivent l'intervention [30]. La thrombose artérielle se produit surtout lors du premier jour post-opératoire et est attribuée à l'agrégation plaquettaire, alors que la thrombose veineuse se produit généralement après le premier jour; elle est due à l'accumulation de fibrine produite par le déclenchement de la cascade des facteurs de coagulation [39, 41]. Les agents prophylactiques visent à réduire la fonction des plaquettes, à augmenter la circulation sanguine, à réduire la viscosité du sang et/ou à réduire la formation de fibrine. Le tableau 2.9 résume les avantages et les inconvénients des anticoagulants les plus couramment utilisés.

Tableau 2.9. Les anticoagulants communément utilisés.

Anticoagulant	Action	Effets secondaires
Aspirine	Inhibition des plaquettes	Saignement au cours de l'opération Intolérance digestive
Héparine	Inhibition de la formation de fibrine Vasodilatation	Hématome Thrombocytopénie induite par l'héparine
Héparine à bas poids moléculaire	Inhibition de la formation de fibrine Vasodilatation	Similaire à l'héparine, mais effets moindres
Dextran	Inhibition des plaquettes et de l'adhésion endothéliale Hypervolémie	Anaphylaxie Hypervolémie provoquant œdème pulmonaire et cérébral

Aspirine

L'aspirine fonctionne en inhibant la cyclooxygénase qui est l'enzyme responsable de la conversion de l'acide arachidonique en prostaglandines et en thromboxanes. La thromboxane A2 entraîne une vasoconstriction et une agrégation des plaquettes. Une faible dose d'aspirine bloque de manière irréversible la formation de thromboxane A2 dans les plaquettes [58]. La dose minimale pour une suppression complète de la thromboxane A2 chez l'adulte est de 100 mg, son effet, pour la forme orale, est rapide (généralement dans les 15 minutes) [32].

L'aspirine est efficace pour prévenir les thromboses lorsqu'elle est administrée avant l'intervention chirurgicale mais également dans les 24 heures post-opératoires [21]. À doses plus élevées, il n'y a pas de bénéfices additionnels puisque la prostacycline voit son action inhibée.

Les effets secondaires de l'aspirine sont une augmentation des saignements dans le foyer chirurgical à l'origine de complications redoutables pour les axes vasculaires réparés. Le surdosage provoque des gastrites et des insuffisances rénales. La dose moyenne prescrite chez un adulte est de 100 mg par jour.

Héparine systémique

La thrombose artérielle est due à l'agrégation de plaquettes par des filaments de fibrine. Les thromboses veineuses sont formées de globules rouges et apparaissent dans les régions de bas débit. L'héparine non fractionnée s'attache au corps de l'antithrombine III, ce qui potentialise ses effets par 1 000

et provoque une inhibition des facteurs de coagulation tels que la thrombine, le facteur V et le facteur VIII, bloquant ainsi la formation de fibrine [54]. Par ailleurs, l'héparine favorise la vasodilatation grâce à la production de monoxyde d'azote [28].

L'héparine fiabilise le débit artériel [23, 29]. Le bolus classiquement prescrit est de 100–150 U/kg. Son efficacité est mesurée par le temps d'activation partiel de la thromboplastine (aTPT). L'efficacité thérapeutique se situe à deux fois son niveau normal.

Les effets secondaires de l'héparine sont le saignement et la formation d'hématomes, qui peuvent causer une compression locale sur le pédicule vasculaire. La thrombocytopénie induite par l'héparine impose l'arrêt du traitement.

Pour éviter ces risques en post-opératoire, notre protocole se limite à injecter un bolus intraveineux de 5 000 U d'héparine lors de l'opération au moment de la levée des clamps vasculaires après la réalisation des microsutures et ceci uniquement pour les patients à haut risque thrombogène. L'héparinothérapie est arrêtée à la fin de l'opération.

Héparine topique

L'héparine est administrée avec efficacité en tant que topique [63]. Les solutions d'irrigation sont de 50 à 100 U/mL, au-delà d'une concentration supérieure à 250 U/mL, le patient voit son aTPT altérée [31]. Ce type d'héparine est communément utilisé comme solution d'irrigation lors de l'intervention pour prévenir la thrombose et pour garder le champ de microchirurgie propre. Cette solution permet un lavage prudent, de la lumière des vaisseaux et l'évacuation du thrombus qui s'est formé dans l'attente de la remise en circulation, sans léser l'endothélium.

Héparine à bas poids moléculaire

L'héparine à bas poids moléculaire (HBPM) est formée par hydrolyse de l'héparine en mucopolysaccharides composés de glycosaminoglycanes. Ce produit a les mêmes effets anti-thrombiques que l'héparine, mais avec un moindre risque de formation d'hématome et de thrombopénie et sa demi-vie est plus longue [7]. Son administration se réalise par injection sous-cutanée ou topique. C'est la seule méthode d'anticoagulation qui est statistiquement prouvée pour diminuer le risque de thrombose [37]. En pratique microchirurgicale chez l'adulte, la dose prophylactique est de 40 mg une fois par jour. Le traitement débute au premier jour post-opératoire s'il n'y a pas de contre-indications. L'avantage est la prévention des thromboses veineuses profondes, qui peuvent survenir pour les patients immobilisés. La difficulté de l'HBPM est de maintenir son taux d'efficacité thérapeutique, car elle a moins d'effet sur l'aTPT.

Dextran

Les dextranes sont des polymères ramifiés de dextrose de masse moléculaire très élevée (60 000 à 70 000) appartenant au groupe des colloïdes. Le plus utilisé est le Dextran 40 de poids moléculaire 40 000.

Ils ont pour action de s'attacher aux plaquettes, aux globules rouges et à l'endothélium vasculaire, ce qui évite la thrombose. Les dextranes accroissent la volémie par leurs effets osmotiques et diminuent la viscosité du sang par hémodilution [3]. Les dextranes sont administrés par voie intraveineuse et sont efficaces dans la prévention de thromboses artérielles et veineuses. Le problème principal avec les dextranes est qu'ils demeurent dans la circulation systémique pour une longue période et qu'ils ont des effets secondaires dévastateurs, tels que l'anaphylaxie, les augmentations de volume sanguin, l'œdème pulmonaire et cérébral, et l'insuffisance rénale aiguë [18, 73]. Leur utilisation a donc été restreinte. Leur arrêt brutal et trop tôt après une intervention microchirurgicale produit, par effet rebond, une hyperviscosité sanguine provoquant une thrombose brutale des axes vasculaires réparés [9].

Conclusion

La surveillance médicale et chirurgicale d'un patient ayant bénéficié d'une microchirurgie vasculaire est une question d'équilibre entre les besoins d'une anticoagulation et les risques de saignement et/ou de développement d'un hématome. La surveillance de l'opéré et du membre reconstruit doit être particulièrement attentive, à la fois par le chirurgien et par un personnel bien formé. Chaque équipe doit afficher avec beaucoup de clarté et de précisions les protocoles de surveillance (tableau 2.10) afin de réduire au maximum les taux d'échecs et surtout de ne pas retarder le temps de la reprise d'une anastomose vasculaire thrombosée.

Tableau 2.10. Protocole de microchirurgie du département de microchirurgie reconstructive de la main, National University Hospital Singapour.

	Recommandations	Finalité
Avant l'opération	Arrêt impératif du tabac	Minimiser les altérations endothéliales et les spasmes vasculaires
Au cours de l'opération	Normothermie pour l'opéré Pas de vasopresseurs Diurèse > 0,5 mL/kg/h Hémoglobine 8–10 g/dL	Vasodilatation Bonne circulation systémique Perfusion adéquate des tissus tout en réduisant la viscosité du sang
	Anticoagulation Héparine topique à 100 U/mL pour l'irrigation	Diminuer le risque de thrombose et bonne irrigation du champ opératoire
	5 000 unités de bolus d'héparine pour les cas à risque thrombotiques ou lors des reprises des sutures vasculaires	La thrombose est plus grave que la survenue d'un hématome
Après l'opération	Normothermie et lampe chauffante pour le membre revascularisé Analgésie adaptée : – premières 24 heures : Blocage du nerf périphérique, opiacés et dérivés	Vasodilatation Prévenir les spasmes vasculaires, faciliter le débit au niveau des anastomoses
	Diurèse > 0,5 mL/kg/h Hémoglobine 8–10 g/dL	Circulation sanguine stabilisée Avec une bonne microcirculation périphérique tout en réduisant la viscosité du sang Réduire la vasoconstriction
	Anticoagulation – 100 mg aspirine par jour pour le premier jour après l'opération Dose thérapeutique sous-cutanée d'héparine à bas poids moléculaire (HBPM) pour les cas à risques/ré-exploration	Prévention de la thrombose artérielle et veineuse et minimiser le saignement post-opératoire Fonctionne de manière synergique avec l'aspirine pour prévenir les thromboses post-opératoires chez les patients à haut risque

Références

[1] Acland R. Techinical prerequisites and training in microsurgery : technique of small vessel anastomosis. In : Meyer V, Black M, editors. Microsurgical procedures. Edinburgh : Churchill Livingstone ; 1991.

[2] Askari M, Fisher C, Weniger FG, et al. Anticoagulation therapy in microsurgery : a review. J Hand Surg 2006 ; 31A : 836–46.

[3] Atik M. Dextran 40 and dextran 70 : a review. Arch Surg 1967 ; 94 : 664–72.

[4] Baker JM, Meals RA. A practical guide to surgical loupes. J Hand Surg Am 1997 ; 22 : 967–74.

[5] Bayramiçli M1, Tetik C, Sönmez A, et al. Reliability of primary vein grafts in lower extremity free tissue transfers. Ann Plast Surg 2002 ; 48 : 21–9.

[6] Berger A, Tizian C, Zenz M. Continuous plexus blockade for improved circulation in microvascular surgery. Ann Plast Surg 1985 ; 14 : 16–9.

[7] Bijsterveld NR, Hettiarachchi R, Peters R, et al. Low-molecular weight heparin in venous and arterial thrombotic disease. Thromb Haemost 1999 ; 82 : 139–47.

[8] Blann AD. How a damaged blood vessel wall contributes to thrombosis and hypertension. Pathophysiol Haemost Thromb 2004 ; 33 : 445–8.

[9] Brookes D, Okeefe P, Buncke HJ. Dextran-induced acute failure after microvascular muscle transplantation. Plast Reconstr Surg 2001 ; 108 : 2057–60.

[10] Carr ME. Diabetes mellitus : a hypercoagulable state. J Diabetes Complications 2001 ; 15 : 44–54.

[11] Chang DS, Janis JE, Garvey PB. Basics of microsurgery. In : Janis JE, editor. Essentials of Plastic Surgery. 2nd ed. Florida : Taylor & Francis Group, LLC ; 2014. p. 75–86.

[12] Chen KT, Mardini S, Chuang DC, et al. Timing of presentation of the first signs of vascular compromise dictates the salvage outcome of free flap transfers. Plast Reconstr Surg 2007 ; 120 : 187–95.

[13] Chen SH, Wei FC, Chen HC, et al. Emergency free flap transfer for reconstruction of acute complex extremity wounds. Plast Reconstr Surg 1992 ; 89 : 882–8.

[14] Chung KC, Alderman AK. Replantation of the upper extremity : indications and outcomes. J Am Soc Surg Hand 2002 ; 2 : 78–94.

[15] Danesh J, Collins R, Peto R, et al. Haematocrit, viscosity, erythrocyte sedimentation rate : meta-analyses of prospective studies of coronary heart disease. Eur Heart J 2000; 21 : 515–20.

[16] Dap F, Bigard O, Dumontier C, et al. A single-use clamp. An experimental and clinical study. Ann Chir Main 1989; 8(3) : 265–8.

[17] Dec W. A meta-analysis of success rates for digit replantation. Tech Hand Up Extrem Surg 2006; 10(3) : 124–9.

[18] Disa JJ, Polvora VP, Cordeiro PG. Dextran-related complications in head and neck microsurgery : do the benefits outweigh the risks? A prospective randomized analysis. Plast Reconstr Surg 2003; 112 : 1534–9.

[19] Durham RM, Mistry BM, Mazuski JE, et al. Outcome and utility of scoring systems in the management of the mangled extremity. Am J Surg 1996; 172 : 569–73.

[20] Evans GR, Gherardini G, Gürlek A, et al. Drug-induced vasodilation-the effects of nicardipine papaverine lidocaine on the rabbit carotid artery. Plast Reconstr Surg 1997; 100 : 1475–81.

[21] Flordal PA. Pharmacological prophylaxis of bleeding in surgical patients treated with aspirin. Eur J Anaesthesiol 1997; 14 : 38–41.

[22] Gao YJ, Yang H, Teoh K, et al. Detrimental effects of papaverine on the human internal thoracic artery. J Thorac Cardiovasc Surg 2003; 126 : 179–85.

[23] Greenberg BM, Masem M, May Jr JW. Therapeutic value of intravenous heparin in microvascular surgery : An experimental vascular thrombosis study. Plast Reconstr Surg 1988; 82 : 463–72.

[24] Harrison DH, Girling M, Mott G. Experience in monitoring the circulation in free-flap transfers. Plast Reconstr Surg 1981; 68 : 543–55.

[25] Harrison SH. The tactile adherence test estimating loss of sensation after nerve injury. Hand 1974; 6 : 148–9.

[26] Helfet DL, Howey T, Sanders R, et al. Limb salvage versus amputation. Preliminary results of the Mangled Extremity Severity Score. Clin Orthop Relat Res 1990; 256 : 80–6.

[27] Heppell RM, Berkin KE, McLenachan JM, et al. Hemostatic and hemodynamic abnormalities associated with left atrial thrombosis in non-rheumatic atrial fibrillation. Heart 1997; 77 : 407–11.

[28] Hirsh J, Warkentin TE, Shaughnessy SG, et al. Heparin and low-molecular-weight heparin : mechanisms of action, pharmacokinetics, dosing, monitoring, efficacy, and safety. Chest 2001; 119 : 64S–94S.

[29] Hsia J1, Hamilton WP, Kleiman N, et al. A comparison between heparin and low-dose aspirin as adjunctive therapy with tissue plasminogen activator for acute myocardial infarction : Heparin-Aspirin Reperfusion Trial (HART) Investigators. N Eng J Med 1990; 323 : 1433–7.

[30] Ichinose A, Tahara S, Terashi H, et al. Short-term postoperative flow changes after free radial forearm flap transfer : possible cause of vascular occlusion. Ann Plast Surg 2003; 50 : 160–4.

[31] Jackson MR, Clagett GP. Antithrombotic therapy in peripheral arterial occlusive disease. Chest 2001; 119 : 283S–99S.

[32] Jimenez AH, Stubbs ME, Tofler GH, et al. Rapidity and duration of platelet suppression by enteric-coated aspirin in healthy young men. Am J Cardiol 1992; 69(15) : 258–62.

[33] Johnson JM, Minson CT, Kellogg Jr DL. Cutaneous vasodilator and vasoconstrictor mechanisms in temperature regulation. Compr Physiol 2014; 4 : 33–89.

[34] Jones NF. Intraoperative and postoperative monitoring of microsurgical free tissue transfers. Clin Plast Surg 1992; 19 : 783–97.

[35] Kakkos SK, Caprini JA, Geroulakos G, et al. Combined intermittent pneumatic leg compression and pharmacological prophylaxis for prevention of venous thromboembolism in high-risk patients. Eur J Vasc Endovasc Surg 2009; 37 : 364–5.

[36] Khouri RK, Shaw WW. Monitoring of free flaps with surface-temperature recordings : is it reliable? Plast Reconstr Surg 1992; 89 : 495–9.

[37] Khouri RK1, Sherman R, Buncke Jr. HJ, et al. A phase II trial of intraluminal irrigation with recombinant human tissue factor pathway inhibitor to prevent thrombosis in free flap surgery. Plast Reconstr Surg 2001; 107 : 408–15.

[38] Kim WK, Lim JH, Han SK. Fingertip replantations : Clinical evaluation of 135 digits. Plast Reconstr Surg 1996; 98 : 470–6.

[39] Kroll SS, Schusterman MA, Reece GP, et al. Timing of pedicle thrombosis and flap loss after free-tissue transfer. Plast Reconstr Surg 1996; 98 : 1230–3.

[40] Lahiri A, Lim AY, Qifen Z, et al. Microsurgical skills training : a new concept for simulation of vessel-wall suturing. Microsurgery 2005; 25 : 21–4.

[41] Li X, Cooley BC. Effect of anticoagulation and inhibition of platelet aggregation on arterial versus venous microvascular thrombosis. Ann Plast Surg 1995; 35 : 165–9.

[42] Lopez JA, Chen J. Pathophysiology of venous thrombosis. Thromb Res 2009; 123 : S30–4.

[43] Loscalzo J. Endothelial injury, vasoconstriction, and its prevention. Tex Heart Inst J 1995; 22 : 180–4.

[44] Mezzatesta JP, Scott DA, Schweitzer SA, et al. Continuous axillary brachial plexus block for postoperative pain relief : intermittent bolus versus continuous infusion. Reg Anesth 1997; 22 : 357–62.

[45] Michon J, Foucher G, Merle M. Traumatismes complexes de la main. Traitement tout en un temps avec mobilisation précoce. Chirurgie 1977; 103 : 956–64.

[46] Mücke T, Borgmann A, Ritschl LM, et al. Microvascular training of medical students and surgeons-a comparative prospective study. J Craniomaxillofac Surg 2013; 41 : 187–90.

[47] Netscher DT, Clamon J. Smoking : adverse effects on outcomes for plastic surgical patients. Plast Surg Nurs 1994; 14(4) : 205–10.

[48] Nunley JA. Microscopes and microinstruments. Hand Clin 1985; 1 : 197–204.

[49] O'Sullivan ME, Colville J. The economic impact of hand injuries. J Hand Surg Br 1993; 18(3) : 395–8.

[50] Oragui E, Parsons A, White T, et al. Tourniquet use in upper limb surgery. Hand 2011; 6 : 165–73.

[51] Pederson WC. Principles of Microvascular Surgery. In : Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC, Kozin SH, editors. Green's Operative Hand Surgery. 6th ed Philadelphia : Churchill Livingstone; 2011. p. 1552–84.

[52] Rajasekaran S, Naresh Babu J, Dheenadhayalan J, et al. A score for predicting salvage and outcome in Gustilo type-IIIA and type-IIIB open tibial fractures. J Bone Joint Surg Br 2006; 88 : 1351–60.

[53] Rinker B, Vasconez HC, Mentzer Jr RM. Replantation : Past, present and future. J Ky Med Assoc 2004; 102 : 247–53.

[54] Rosenberg RD. Actions and interactions of antithrombin and heparin. N Engl J Med 1975; 292 : 146–51.

[55] Sabapathy SR, Satbhai NG. Microsurgery in the urgent and emergent management of the hand. Curr Rev Musculoskelet Med 2014; 7 : 40–6.

[56] Sachdeva A, Dalton M, Amaragiri SV, et al. Graduated compression stockings for prevention of deep vein thrombosis. Cochrane Database Syst Rev 2014; 17 : 12.

[57] Saha D, S S, Sergeeva EG, et al. Tissue factor and atherothrombosis. Curr Pharm Des 2015; 21 : 1152–7.

[58] Salemark L, Wieslander JB, Dougan P, et al. Effects of low and ultra low oral doses of acetylsalicylic acid in microvascular surgery. An

experimental study in rabbit. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg 1991 ; 25 : 203–11.

[59] Scharbert G, K alb ML, Essmeister R, et al. Mild and moderate hypothermia increases platelet aggregation induced by various agonists : A whole blood in vitro study. Platelets 2010 ; 21 : 44–8.

[60] Sebastin SJ, Chung KC. Replantation strategies of the hand and upper extremity. Grabb and Smith's Plastic Surgery 7th Edition. Eds : Thorne C, Chung KC. Lippincott. 839–53.

[61] Shores JT, Lee WPA. Microsurgical complications in the upper extremity. Hand Clin 2010 ; 26 : 291–301.

[62] Tamai S. Twenty years' experience of limb replantation-review of 293 upper extremity replants. J Hand Surg Am 1982 ; 7 : 549–56.

[63] Tangphao O, Chalon S, Moreno HJ, et al. Heparin-induced vasodilation in human hand of veins. Clin Pharmacol Ther 1999 ; 66 : 232–8.

[64] Urbaniak JR, Roth JH, Nunley JA, et al. The results of replantation after amputation of a single finger. J Bone Joint Surg Am 1985 ; 67 : 611–9.

[65] van Adrichem LN, Hovius SE, van Strik R, et al. Acute effects of cigarette smoking on microcirculation of the thumb. Br J Plast Surg 1992 ; 45 : 9–11.

[66] Virchow R. Thrombose und Embolie. Gefässentzündung und septische Infektion. In : Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin. Frankfurt am Main : Von Meidinger & Sohn ; 1856. p. 219–732. Matzdorff AC, Bell WR. Thrombosis and embolie (1846–1856). Canton, Massachusetts : Science History Publications ; 1998.

[67] Wei DH, Strauch RJ. Smoking and hand surgery. J Hand Surg Am 2013 ; 38 : 176–9.

[68] Win TS, Henderson J. Management of traumatic amputations of the upper limb. BMJ 2014 ; 348 : g255.

[69] Woo KY. Chronic wound-associated pain, psychological stress, and wound healing. Surg Technol Int 2012 ; 22 : 57–65.

[70] Yavuz S, Celkan A, Göncü T, et al. Effect of papaverine applications on blood flow of the internal mammary artery. Ann Thorac Cardiovasc Surg 2001 ; 7 : 84–8.

[71] Yu JTS, Patel AJK, Malata CM. The use of topical vasodilators in microvascular surgery. J Plast Reconstr Aesthet Surg 2011 ; 64 : 226–8.

[72] Zhang J, Lipa JE, Black CE, et al. Pharmacological characterization of vasomotor activity of human musculocutaneous perforator artery and vein. J Appl Physiol 2000 ; 89 : 2268–75.

[73] Zwaveling JH, Meulenbelt J, van Xanten NHW, et al. Renal failure associated with the use of dextran-40. Neth J Med 1989 ; 35 : 321–6.

Chapitre 3

Instrumentation et plateau technique

G. Dautel

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

La pratique de la chirurgie de la main nécessite une instrumentation adaptée. Les instruments utilisés devront être adaptés par leur taille aux structures tissulaires manipulées, le manche des instruments devra être ergonomique pour la précision et le confort du geste opératoire; ce manche devra être court car il s'agit d'une chirurgie se pratiquant en «surface».

Nous n'envisagerons ici que la description des instruments nécessaires aux gestes courants de chirurgie de la main; l'instrumentation pour ostéosynthèse ainsi que les instruments destinés à la microchirurgie seront détaillés dans les chapitres correspondants.

Composition des boîtes

Les gestes réalisables, en urgence, en chirurgie de la main, sont extrêmement variés depuis l'intervention de quelques minutes, consistant en une simple exploration, suivie de suture, jusqu'à des interventions ambitieuses comportant, en urgence, la réalisation de transferts tissulaires libres.

Au sein de ce très large éventail, les besoins en matériel sont très divers. Il est donc nécessaire, pour faciliter le travail de stérilisation, de disposer de boîtes d'instruments distinctes, chacune adaptée par son contenu à une famille d'interventions.

Instruments courants pour la chirurgie de la main

En dehors de besoins spécifiques en instruments requis par la nécessité de réaliser un temps osseux ou microchirurgical, les instruments courants sont présentés, dans notre pratique, selon deux conditionnements distincts.

La boîte de chirurgie de la main «courante» représente, en fait, l'instrumentation minimum requise pour de petits gestes d'urgence, telles une exploration de plaie cutanée, une suture de tendon extenseur. Cette boîte comporte les instruments suivants :

- 2 manches de bistouri adaptés aux lames de 11, 15 et 23 (figure 3.1a);
- 2 porte-aiguilles dont un porte-aiguille dit de «Tubiana» (figure 3.1a);
- 2 pinces à disséquer de type Adson, l'une sans griffe, à bords fins, l'autre à trois griffes (figure 3.1b);
- 1 jeu de pinces hémostatiques (pince de Kelly) (figure 3.1c);
- 2 écarteurs standards de Farabeuf (figure 3.1d);
- 2 écarteurs dits de «Morel-Fatio» (figure 3.1d);
- 1 jeu d'écarteurs à peau sous forme de crochets dits de «Gillies», simples et doubles. (figure 3.1d);
- 1 paire de ciseaux dits de «Mayo» (figure 3.1e);
- 1 paire de ciseaux fins à disséquer, à bords courbes et à extrémité mousse (figure 3.1e);
- 1 paire de ciseaux fins à disséquer dits de Stevens (figure 3.1e).

Cette boîte suffit à la plupart des petits gestes d'urgence courants. Lorsqu'une intervention plus importante est planifiée, on fera appel à une boîte dite de «main» dont la composition est plus complète.

En plus des instruments cités, présents dans la boîte de «canal carpien», les instruments suivants seront disponibles :

- 1 pince plate de Terrier utile pour la manipulation et le serrage des plombs du *barb-wire* et pour le modelage des broches de Kirchner;
- 2 pinces de Kocher à griffes;
- 1 pince de Museux;
- 2 pinces à disséquer supplémentaires (une pince d'Adson à griffes et plateau, une pince d'Adson à plateau large de tungstène) (figure 3.1b);
- 1 curette de petite taille (figure 3.2);
- 1 instrument spécifique dit «rugine à tendons» utilisé dans les ténolyses (figure 3.2);
- 1 pince dite «pince de Michon», proche des pinces de Kelly mais à mors droits, fins et sans griffe (figure 3.2);
- 1 dissecteur (figure 3.2).

Instruments pour la chirurgie osseuse

Lorsqu'un geste osseux doit être réalisé en cours d'intervention, l'instrumentation précédente sera complétée par les instruments présents dans la boîte dite de «chirurgie osseuse» (figure 3.3).

Seules des broches de Kirchner sont présentes dans cette boîte. Les autres éléments spécifiques nécessaires à une ostéosynthèse (plaque, vis, matériel endomédullaire, etc.) seront servis séparément, en fonction des besoins précis requis par l'intervention.

Cette boîte de chirurgie osseuse comporte les instruments suivants :

- 1 pointe carrée;
- 1 jeu de rugines courbes à bouts carrés;
- 2 daviers de petite taille, à crémaillère et bords ronds;
- 1 rugine à bouts ronds ou spatule;
- 2 écarteurs contre-coudés, dits «écarteurs à becs» ou «américains»;

Figure 3.1

Instruments courants pour la chirurgie de la main, de haut en bas.
a. Porte-aiguille de Tubiana et porte-aiguille classique, manches de bistouri pour les lames de 11, 15, 23 et 24.
b. Pinces à disséquer : de gauche à droite : pince de type Adson à griffes, pince « multigriffes », pinces à disséquer de type Adson sans griffe, pince à disséquer « vasculaire », à plateau de tungstène.
c. Pince hémostatique de type « Kelly », dissecteur vasculaire, pince de Terrier, pince droite fine de Michon.
d. Écarteur à peau à crochet double et simple dit de « Gillies », crochet mousse à tendons, écarteur double usage de Morel-Fatio, écarteur de Farabeuf.
e. Ciseaux à disséquer fins de Stevens, ciseaux à disséquer à extrémité mousse, ciseaux de Mayo.

Figure 3.2

Instruments complémentaires pour la chirurgie de la main.
De haut en bas : curette fine dite « grain de riz », palpateur ou rugine à tendon de Michon, spatule mousse à ténolyse.

- 1 série de chasse-greffons de petite taille ;
- 1 maillet ;
- 1 pince de Liston ;
- 1 pince gouge à bords droits ;
- 1 pince gouge à bords courbes ;
- 1 série de broches de Kirchner de 4, 6, 8, 10, 12, 14, 18, 22 et 24/10e de millimètres.

Instruments spécifiques

À côté des instruments présents dans les deux boîtes précédentes, un certain nombre d'instruments sont disponibles sous conditionnement séparé car leur utilisation est moins fréquente et habituelle que les précédents :

- les écarteurs autostatiques sont de type écarteurs de Volkmann, écarteurs à griffes articulés ;

a

b

c

d

Figure 3.3

Instruments complémentaires pour la chirurgie osseuse.
a. De haut en bas : spatule ronde, rugine courbe à bout carré, rugine fine à bout carré, curettes.
b. Ciseaux à os (1 à 3), ciseaux à os fin dit à « scaphoïde ». 4. Marteau, pointe carrée.
c. Écarteur américain contre-coudé, daviers type Verbrugge, pince coupante.
d. Pince de Liston, pince-gouge courbe, pince-gouge fine dite « Finlandaise », pince-gouge courbe.

- appareil pour électrocoagulation bipolaire : cette coagulation bipolaire est utilisée exclusivement en chirurgie de la main, à l'exclusion de toute coagulation monopolaire; le modèle que nous utilisons dispose d'une pince à bords fins et droits;
- les moteurs pneumatiques à verrouillage automatique proposés par de nombreux fabricants suffisent à la réalisation de la plupart des gestes d'ostéosynthèse au niveau de la main; ils peuvent, aussi bien, verrouiller les broches de Kirchner que les mèches de petit calibre, utilisées lors de temps d'ostéosynthèse par vis et plaque;
- les dermatomes : l'usage de dermatomes à batterie s'est progressivement imposé, permettant le prélèvement facile de greffons de largeur et d'épaisseur calibrée;
- stripper à tendons : un stripper à tendons type stripper de Brand est utilisé dans certains cas, en urgence, pour prélever un greffon tendineux de petit palmaire.

Matériel de suture

Tous les fils de suture utilisés en chirurgie de la main sont présentés en conditionnement stérile individuel, sous forme de fils sertis.

Suture cutanée

Dans la plupart des cas, la suture des plaies cutanées au niveau de la main s'effectue en utilisant un fil monobrin, non résorbable. Notre préférence va à l'Ethicrin® qui est un monofil de polyamide de couleur noire. Ce fil est le plus souvent utilisé dans ses calibres 3 et 4/0, serti sur une aiguille 3/8e de cercle.

Toutefois, l'utilisation de fils non résorbables pour les sutures cutanées est actuellement concurrencée par l'existence de fils à résorption rapide (Vicryl®, résorption rapide). Ce fil qui est une polylactine s'élimine par un processus d'hydrolyse n'entraînant pas de réaction inflammatoire locale. Les fils de suture placés sur la peau s'éliminent tout seuls lors des phases de nettoyage de la plaie entre le 12e et le 15e jour post-opératoire.

L'utilisation de cette nouvelle suture dispense de la phase d'ablation des points, ce qui représente un gain de temps appréciable.

Suture tendineuse

Nous avons adopté, pour les sutures des tendons fléchisseurs et des tendons extenseurs dans certaines zones topographiques, l'usage de boucles de type Tsuge. Ces boucles sont constituées d'un fil de PDS (polydioxanone) serti sur une aiguille 4/8.

Dans notre pratique, les calibres 4 et 5/0 permettent de faire face à toutes les situations de suture tendineuse.

Au niveau de la zone II, lorsqu'un surjet épitendineux est réalisé, sous microscope, nous faisons appel à un fil de type Prolene® (polypropylène). Les calibres utilisés pour la réalisation de ce surjet épitendineux s'échelonnent entre 6 et 8/0.

Lorsque la morphologie du tendon extenseur n'autorise pas le placement d'une bouche de type Tsuge, les sutures s'effectuent en utilisant des points en cadre de PDS. Les calibres 3 et 4/0 sont le plus souvent utilisés au niveau de l'appareil extenseur.

Ce fil de PDS a notre préférence pour la réalisation de toutes les sutures tendineuses car il s'élimine essentiellement par hydrolyse, n'entraînant que peu de réactions inflammatoires. Ce dérivé du polyester a un délai de résorption compatible avec les durées de cicatrisation tendineuse.

Suture sous-cutanée

Lorsqu'une suture du plan cellulaire sous-cutané doit être réalisée, nous faisons appel à une autre variété de Vicryl® dont les délais de résorption sont supérieurs à ceux du Vicryl® rapide destiné à la suture cutanée. Les calibres 3 et 4/0 sont les plus couramment utilisés.

Autres sutures

Un fil tressé de polyester non résorbable (Mersutures®) est utilisé dans tous les cas où un ancrage solide et durable est nécessaire. Nous réalisons avec ce fil la fixation des transferts tendineux ainsi que, plus rarement, des cerclages osseux dans le cadre d'une ostéosynthèse complexe.

Le fil d'acier est utilisé dans sa forme de monofilament modelable pour la réalisation de cerclages osseux.

Le catgut normal ou chromé a totalement disparu de notre arsenal.

Moyens optiques d'aide à la dissection

Microscope opératoire

La dissection des structures vasculaire, nerveuses ou tendineuses au niveau de la main peut devenir délicate sous le seul contrôle de la vue. L'utilisation de moyens grossissants devient alors impérative, offrant à l'opérateur un confort et une sûreté de geste accrue. L'usage du microscope opératoire s'impose chaque fois qu'un grossissement important devient

nécessaire. Même si l'on trouve dans la littérature mention de séries de lambeaux libres réalisés avec le seul usage de loupes, il s'agit là d'un exercice de style souvent imposé par l'indisponibilité d'un microscope opératoire. Pour ces temps de microanastomoses, le confort apporté par la fixité du champ et le grossissement variable est un atout précieux. Les caractéristiques de ces microscopes opératoires adaptés à la chirurgie de la main sont détaillées au chapitre 15 (« Replantations digitales »).

Loupes binoculaires

Il s'agit de systèmes optiques grossissants, fixés sur une monture de lunette. Les optiques peuvent être fixes dans leurs positions, lesquelles sont ajustées par le fabricant après mesure de l'écart interpupillaire de l'utilisateur qui choisit également grossissement et largeur du champ. D'autres détaillants proposent des systèmes réglables permettant à chaque utilisateur d'ajuster lui-même les loupes à sa vue. La largeur du champ est un élément majeur du confort d'utilisation et on doit recommander le choix du champ le plus large lorsque cette option est proposée. En ce qui concerne le grossissement il n'y a probablement pas de choix univoque. Un grossissement d'un facteur 3 ou 4 nous semble un bon compromis chaque fois que ces loupes binoculaires sont destinées à être utilisées comme intermédiaire entre la vision « à l'œil nu » et le grossissement du microscope opératoire.

Chapitre 4

Bilan lésionnel et stratégie

M. Merle

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Les traumatismes de la main sont fréquents et concernent 30 % des accidents du travail mais également une importante partie des accidents ménagers et de loisirs. Si, dans le monde du travail, on dénombre 400 000 blessés de la main chaque année en France, l'évaluation du nombre total des blessés de la main est plus délicate : il se situe probablement autour de 1 400 000 dont 620 000 sérieux ou graves nécessitant une prise en charge en milieu spécialisé. Le coût annuel de cette traumatologie pour la société est d'environ 1 milliard d'euros.

Trop de blessés de la main négligent des plaies étiquetées, à tort, mineures, en se fondant sur la seule lésion cutanée, ou ne sont pas examinés en urgence avec suffisamment d'attention, ce qui aboutit à des séquelles fonctionnelles et donc à une chirurgie secondaire dont les résultats sont souvent inférieurs à ceux obtenus par une réparation primaire.

L'examen clinique d'une main blessée est certes difficile mais il doit permettre de déceler :

- *les lésions vasculaires majeures entraînant la dévascularisation des tissus ;*
- *les lésions tendineuses qui sont souvent évidentes pour les tendons fléchisseurs, plus difficiles à diagnostiquer pour les lésions isolées de l'appareil extenseur ;*
- *les plaies nerveuses qui se manifestent par une atteinte sensitive alors que le testing moteur est souvent rendu impossible par la douleur ;*
- *l'atteinte du squelette et du système musculotendineux.*

Ces arguments cliniques doivent être suffisamment alarmants pour convaincre le blessé de faire l'objet d'un bilan lésionnel complet en milieu chirurgical.

C'est au terme de ce bilan approfondi que le chirurgien va pouvoir établir sa stratégie opératoire. Celle-ci a considérablement évolué depuis l'apparition des techniques microchirurgicales, des possibilités d'ostéosynthèse des fractures et de réparation des tendons fléchisseurs et extenseurs autorisant une mobilisation post-opératoire précoce.

Si Iselin [4] a prôné le concept « d'urgence avec opération différée » à un moment où les chirurgiens s'intéressaient peu à la main, c'était pour déterminer les limites de la nécrose et diriger le patient vers un chirurgien compétent. Ce concept de l'urgence a été, dès 1965, contredit par Gosset et Michon [3] qui considéraient que la réparation primaire des plaies de la main mettait le patient à l'abri de complications, en particulier de l'œdème, du syndrome des loges, de nécrose source d'infection, dans la mesure où le parage était complet.

L'apparition de la microchirurgie vasculaire a stoppé naturellement ces discussions d'école. Il devenait évident que rétablir la circulation, c'était sauver les tissus de la nécrose, c'était également faciliter la consolidation osseuse et la cicatrisation tendineuse, préserver les espaces de glissement, limiter la sclérose cicatricielle et favoriser la régénération nerveuse.

Cet apport technique considérable a tout naturellement rendu les équipes chirurgicales tributaires des impératifs liés à la chirurgie vasculaire, c'est-à-dire rétablir la continuité des vaisseaux en urgence et, en tout cas, dans les six premières heures suivant le traumatisme.

Depuis 1979, les services d'urgence de la main se sont organisés en France et en Europe sous le sigle CESUM (Confédération européenne des services d'urgence de la main) puis FESUM (Fédération européenne des services d'urgence de la main) pour répondre à ces impératifs. L'expérience nous a montré que le traitement en « urgence vraie » des blessés de la main avec l'apport des techniques microchirurgicales permettait de raccourcir de manière notable la durée d'incapacité fonctionnelle, de diminuer les séquelles et de réduire de plus de 30 % les réinterventions. Le bénéfice d'une telle stratégie thérapeutique est évident pour le blessé et pour les caisses d'assurance-maladie.

Ce chapitre pourra paraître rébarbatif par l'aspect descriptif des différentes lésions, mais il a son utilité car il est nécessaire d'être précis dans un bilan lésionnel et d'être objectif dans la démarche thérapeutique.

En urgence, le chirurgien a l'obligation de résoudre les trois problèmes lésionnels majeurs :

- *stabiliser les fractures du squelette ;*
- *revasculariser les tissus ;*
- *assurer la couverture cutanée des tissus.*

Ne pas résoudre ou échouer à l'un de ces trois niveaux thérapeutiques, c'est faire entrer le blessé dans des complications parfois redoutables et dans une chirurgie secondaire aux résultats aléatoires (voir le volume 2 : La Main traumatique. Chirurgie secondaire).

Bilan lésionnel

Classification des plaies de la main

La variété des traumatismes de la main rend difficile l'établissement d'une classification à la fois complète et d'utilisation facile. Il est cependant aisé de séparer les plaies nettes des plaies contuses.

Les *plaies nettes*, le plus souvent provoquées par piqûres ou coupures doivent être classées en deux catégories :

- les plaies simples qui ne touchent que les téguments ;
- les plaies complexes qui associent aux lésions cutanées des atteintes du squelette, des pédicules vasculonerveux et de l'appareil musculotendineux.

Une plaie ponctiforme nette peut créer des lésions pluritissulaires.

Les *plaies contuses* impliquent la notion d'écrasement, d'arrachement, de dilacération et se rencontrent plus volontiers dans le monde artisanal et industriel.

L'interrogatoire précisera l'heure et le mécanisme du traumatisme, la contamination qui sera majeure après morsure animale ou humaine et qui contre-indique la fermeture primaire. De même, les plaies végétales sont source de complications septiques.

Certains traumatismes induisent des lésions spécifiques qui nécessitent une thérapeutique appropriée. C'est le cas des plaies par arme à feu, explosion, injection sous pression, écrasement-brûlures, écrasement par rouleau, presse, dégantage, etc.

Premier bilan de la main blessée

Le blessé doit faire l'objet d'un premier bilan clinique avant la réalisation de toute anesthésie et de toute pose de garrot pneumatique. L'examen s'effectue en salle de pansement sur un patient allongé. Le pansement placé en urgence est enlevé après humidification de la main.

L'aspect des lésions indique si le blessé entre dans la catégorie d'une plaie nette ou, au contraire, d'une plaie contuse.

L'examen clinique devra être conduit avec patience et en demandant de reproduire le geste effectué par la main intacte. Ce bilan moteur n'est pas toujours aisé à réaliser compte tenu de la douleur et des lésions du squelette.

Le bilan sensitif est plus concluant et le test de discrimination aux deux points permet le plus souvent d'évaluer l'état du système nerveux périphérique.

L'état vasculaire de la main est apprécié par la vitesse de recoloration du lit unguéal et par le remplissage des pulpes digitales après compression. Une dévascularisation complète est le plus souvent évidente, en revanche, lorsqu'elle est partielle, le test d'Allen effectué au poignet permet de connaître l'apport respectif des artères radiale et cubitale.

Plus délicate est l'évaluation clinique des tissus après contusion ; ce n'est qu'en cours d'exploration chirurgicale que la vitalité des tissus ou leur mortification définitive peut être évaluée. L'expérience du chirurgien est ici importante car la surévaluation de la vitalité tissulaire conduira inéluctablement à la nécrose et à l'infection grevant lourdement le pronostic fonctionnel.

Au terme de ce premier bilan clinique, il est important d'expliquer au blessé, avec psychologie, la nature des lésions apparentes en lui précisant que l'exploration chirurgicale permettra d'affiner le diagnostic. Mais, à ce stade, il est possible de lui expliquer la stratégie chirurgicale et sa finalité. En cas d'impossibilité de conservation d'un ou de plusieurs doigts, il faut lui préciser qu'une amputation peut être temporaire et qu'il pourra bénéficier secondairement d'une reconstruction par transferts d'orteils, pollicisation, allongement, etc.

Le blessé doit, par cet entretien, comprendre que l'équipe chirurgicale a une cohérence dans sa thérapeutique mais que sa participation post-opératoire sera aussi un élément essentiel à sa réhabilitation fonctionnelle et psychologique.

Bilan chirurgical

Préparation

Après anesthésie du membre, le plus souvent par bloc axillaire et mise en place du garrot pneumatique qui sera gonflé sans utilisation de bande d'Esmach mais par simple surélévation du membre, la plaie est brossée pour enlever tout agent contaminant, puis abondamment lavée au sérum physiologique en évitant tout antiseptique qui altérerait les vaisseaux et les nerfs (figure 4.1). Ce temps de préparation doit être effectué par le chirurgien car il lui permet d'évaluer les tissus, leur degré de contusion et de contamination.

Exploration chirurgicale

C'est plan par plan que tous les tissus vont être explorés en débridant le revêtement cutané et les aponévroses afin d'identifier toutes les lésions et de procéder au parage des tissus mortifiés et voués définitivement à la nécrose.

La contusion tissulaire prend de multiples formes en fonction de la nature du tissu atteint et du traumatisme. Elle peut se limiter à la simple attrition des bords cutanés mais être aussi le résultat d'un écrasement étendu, d'une avulsion, d'un décollement qui conduiront également à la nécrose tissulaire.

Cette observation minutieuse des tissus doit prendre en compte leur aspect, la transformation de la texture et de l'élasticité afin de procéder avec certitude au parage.

Les Anglosaxons parlent de « débrider », Michon, lui, préférait le terme d'« excision élective » [7]. La finalité d'une telle exploration est de rendre la plaie aseptique en éliminant corps étrangers et tissus dévitalisés. Le risque est de limiter cette excision élective et de couvrir une zone vouée à la nécrose et qui conduira le plus souvent à l'infection.

Revêtement cutané

L'évaluation de la vitalité du revêtement cutané est toujours délicate et nécessite de l'expérience : il faut être attentif aux ecchymoses même limitées qui se transformeront

Figure 4.1

Avant-bras écrasé par une camionnette.
a. Sous bloc axillaire et garrot pneumatique, la main est brossée.
b. Après brossage, la main est lavée par 3 à 4 litres de sérum physiologique.

secondairement en escarres profondes. Le décollement cutané signifie une rupture du réseau vasculaire perforant avec un risque d'installation d'un hématome sous-cutané.

Lorsque ces décollements créent des lambeaux *a contrario*, c'est-à-dire à pédicule distal, le tiers proximal va nécroser, il est donc préférable de l'exciser et de reposer le lambeau restant sans créer la moindre tension.

Au terme de ce bilan puis de cette excision élective, le blessé doit pouvoir être à l'abri d'une nécrose cutanée. En cas de doute, il est nécessaire d'envisager une révision du parage à la 48e heure afin d'autoriser la couverture cutanée définitive par greffe ou lambeau.

Muscles

L'examen des masses musculaires doit être méticuleux, en particulier pour les muscles interosseux, et débuter par des aponévrotomies dorsales et palmaires.

Les masses musculaires sont, après contusions, littéralement éclatées, dilacérées, couleur lie-de-vin. Elles doivent faire l'objet d'une excision totale sans concession car laissées en place, elles peuvent induire des complications septiques à anaérobies. D'autre part, le risque est d'abandonner des muscles dévitalisés et de voir apparaître une sclérose qui va rétracter les espaces intermétacarpiens, enraidir les articulations et rendre la chirurgie secondaire de ténolyse, d'arthrolyse, de greffes nerveuses et tendineuses aléatoire compte tenu de l'environnement fibreux.

Vaisseaux

La contusion vasculaire est souvent sous-estimée et c'est par une observation de la paroi sous microscope que les signes d'œdème et de rupture sous-adventitielle sont évidents. Le lâchage du garrot, après désobstruction et lavage de la lumière du vaisseau, permet de tester le débit artériel. Si ce dernier ne se maintient pas de manière régulière pendant 30 secondes à une minute, c'est qu'un spasme ou une rupture sous-adventitielle se situe en amont. Nous décrivons dans les chapitres 8, 15 et 16, traitant de la revascularisation et des replantations, l'importance de réaliser d'emblée des pontages des axes artériels s'il y a le moindre doute quant à la contusion des vaisseaux.

Nerfs

C'est également un délicat problème que d'évaluer l'étendue de la contusion d'un nerf. L'hématome cheminant sous l'épinèvre est une indication ainsi que la palpation du nerf. Généralement, l'étendue de la contusion nerveuse est sous-estimée et il est hasardeux dans ce cas de vouloir rétablir en urgence la continuité après résection. Au chapitre 14, nous précisons la conduite à tenir dans ce cas.

Fractures du squelette et plaies articulaires

Il convient d'être économe en présence de fractures comminutives ; on se contentera d'enlever les fragments osseux pulvérisés et libérés de toute attache. En revanche, les gros

fragments seront laissés en place dans la mesure où l'environnement tissulaire est de qualité pour assurer la revascularisation et la consolidation osseuse.

Les plaies articulaires ou les luxations ouvertes doivent être soigneusement explorées, lavées, décontaminées, elles ne peuvent être fermées que si la porte d'entrée a été excisée et que le revêtement cutané est à l'abri de toute nécrose secondaire. Il est prudent d'effectuer une immobilisation post-opératoire en position de fonction de ces plaies articulaires.

Tendons et leurs gaines

En cas d'ouverture des gaines des tendons fléchisseurs, il est nécessaire d'en assurer le parage et de laver la gaine restante aux antibiotiques. La contusion des tendons est souvent évidente et de l'étendue de leur excision dépendra leur réparation primaire ou secondaire.

Au terme de ce bilan chirurgical, la plaie opératoire explorée dans sa totalité sera abondamment lavée au sérum physiologique; le garrot est alors lâché, un champ compressif va assurer l'hémostase pendant la phase de vasodilatation; celle-ci pourra être complétée par la coagulation bipolaire des vaisseaux qui ne relèvent pas de la réparation microchirurgicale.

Stratégie

Le plan de réparation et de reconstruction en urgence d'une main blessée doit être parfaitement clair une fois le bilan lésionnel effectué. La hiérarchie thérapeutique doit privilégier dans l'ordre la stabilisation du squelette, la revascularisation et la reconstruction du revêtement cutané. Les réparations musculotendineuses et nerveuses seront, selon la nature des lésions, effectuée en urgence ou secondairement.

Depuis 1976, G. Foucher, J. Michon et moi-même avons développé cette notion de réparation en un seul temps opératoire des différents tissus lésés en utilisant des techniques chirurgicales qui autorisaient la mobilisation précoce [5, 6]. Ce concept, décrit sous le sigle de TTMP (traitement en un temps avec mobilisation précoce), est à la fois exigeant et bénéfique pour le blessé. Il est exigeant car il impose au chirurgien d'avoir une maîtrise de toutes les techniques chirurgicales et microchirurgicales qui ont une même finalité : la mobilisation précoce. Elle nécessite également un parage complet des tissus contus voués à la nécrose. Ce concept thérapeutique, qui a été adopté par la plupart des équipes de chirurgie de la main, est bénéfique car la réparation en un seul temps opératoire diminue le nombre d'interventions secondaires [1]; d'autre part, la mobilisation précoce réduit l'œdème post-opératoire et son corollaire : la douleur, la raideur et le collage des plans de glissement.

Dans les plaies complexes, il n'est pas raisonnable d'être jusqu'au-boutiste et, par exemple, de revasculariser un doigt dont on sait qu'il ne sera pas fonctionnel. C'est le cas en particulier d'un index raide qui sera exposé à nouveau au travail. Dans ce cas, l'amputation est légitime et elle devra se faire après avoir déterminé la stratégie de reconstruction future : l'amputation est-elle définitive ou, au contraire, est-elle d'attente pour faciliter la reconstruction secondaire par transfert d'orteil, pollicisation, translocation, etc. ? (Voir chapitre 12.)

La partie amputée doit être évaluée car il subsiste nécessairement des fragments tissulaires sains qui peuvent faciliter la reconstruction d'un doigt voisin. Ce principe du « doigt-banque » est particulièrement utile pour reconstruire des pertes de substances osseuses, vasculonerveuses, cutanées et tendineuses.

Stabilisation du squelette

La mobilisation précoce des fractures du squelette métacarpophalangien exige une réduction anatomique et une ostéosynthèse solide.

Les fractures ouvertes des métacarpiens et des phalanges bénéficient des techniques d'ostéosynthèse par brochage, plus rarement d'ostéosynthèse par matériel d'opposition (voir chapitre 7).

Les fractures articulaires sont exigeantes et doivent être réduites de manière anatomique; en revanche, la perte de substance articulaire au niveau métacarpophalangien sera traitée par un implant Neuflex® dans la mesure où sa couverture cutanée est assurée. Au niveau des interphalangiennes proximales, la reconstruction articulaire sera secondaire. Il est alors utile de pérenniser la perte de substance articulaire par un fixateur externe distracteur comme le Ligamentotaxor® (Arex) ou deux broches en croix pour faciliter ensuite une reconstruction articulaire par implant ou par transfert articulaire vascularisé.

Les pertes de substance osseuse extra-articulaires métacarpophalangiennes peuvent être réparées en urgence par greffe dans la mesure où la couverture cutanée est de qualité. Le greffon provient de l'application du principe du « doigt-banque » [2], de la crête du cubitus, plus rarement d'une crête iliaque mais, au moindre doute concernant le parage et la couverture cutanée, il est préférable de

pérenniser la perte de substance des métacarpiens par un brochage transversal et des phalanges par un fixateur externe et de reporter secondairement la greffe osseuse.

Revascularisation

La microchirurgie vasculaire a bouleversé la traumatologie de la main. Désormais, l'impératif vasculaire fait que toute plaie de la main doit être considérée comme une « urgence vraie ».

Les bénéfices de la revascularisation sont nombreux et nous avons résumé dans le figure 4.2 son impact sur les différents tissus.

Revasculariser, c'est sauver de la nécrose la plupart des tissus qui n'ont pas été contus, c'est améliorer la consolidation osseuse, la cicatrisation tendineuse, favoriser l'environnement tissulaire qui participera à la revascularisation des tissus voisins. C'est également faciliter la régénération nerveuse. Mais revasculariser n'est pas seulement réparer les axes artériels, c'est aussi assurer le retour veineux et donc éviter ou limiter la stase, la douleur et l'œdème.

Tous les moyens techniques doivent être mis en place pour remettre en circuit les axes artériels par pontage, par lambeaux artérialisés (lambeau chinois). Il en est de même du retour veineux qui doit bénéficier également de pontages ou de lambeaux porte-veines (lambeau cerf-volant) (voir chapitres 8 et 15).

Pour éviter toute gêne à la perfusion des tissus et à la fonction du retour veineux, rappelons la nécessité de réaliser une aponévrotomie de toutes les masses musculaires qui seront ainsi à l'abri des syndromes compartimentaux.

Couverture cutanée

C'est un moment essentiel de l'intervention car de sa réussite dépendra la qualité des suites opératoires.

La chirurgie des lambeaux a fait des progrès considérables grâce à la microchirurgie, mais surtout grâce aux nombreux travaux anatomiques qui ont permis de mettre en évidence des unités tissulaires vascularisées.

L'arsenal thérapeutique mis à la disposition du chirurgien s'est enrichi aussi bien pour traiter les pertes de substances digitales (lambeaux hétérodigitaux, lambeaux en îlots, etc.) que les grandes pertes de substances cutanées du dos ou de la face palmaire de la main (lambeaux pédiculés : chinois et interosseux postérieurs, lambeaux libres ; parascapulaire, grand dentelé, brachial externe) (voir chapitre 9).

Le plus souvent, les lambeaux locaux sont réalisés en urgence ; si le choix se porte sur la réalisation d'un lambeau libre, il est prudent de se donner 48 heures de délai pour

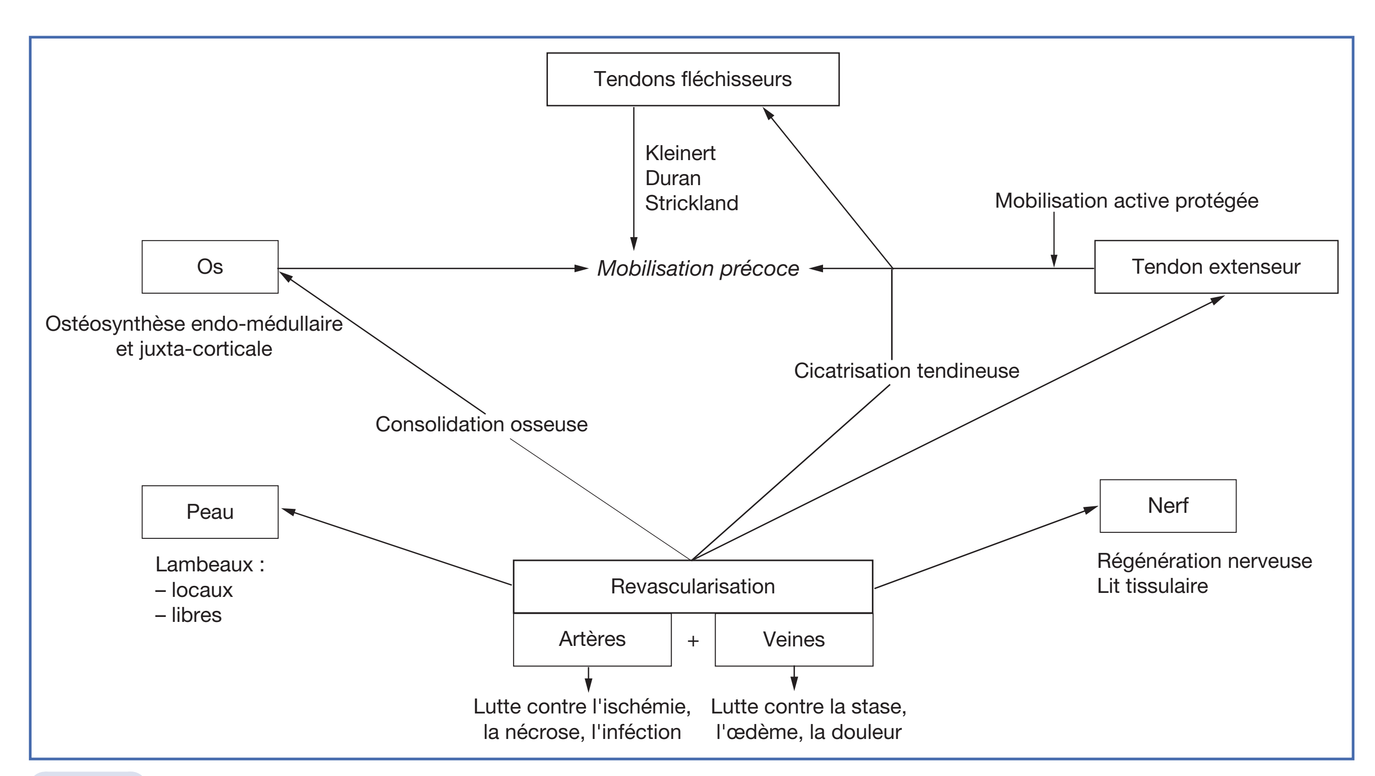


Figure 4.2

Intérêt pour chaque tissu de l'application du concept du traitement tout en un temps avec mobilisation précoce (TTMP).

confirmer ou compléter le parage et déterminer le choix des vaisseaux receveurs. Attendre plus longtemps, c'est favoriser l'apparition d'un bourgeonnement qui altérera toutes les surfaces de glissement des tendons et provoquera le plus souvent l'échec de ténolyses même très à distance de l'accident initial.

Lésions tendineuses

La meilleure connaissance de la biomécanique et de la cicatrisation tendineuse a conduit à proposer, pour les plaies franches des tendons, des techniques de suture primaire simple et peu ischémiantes.

Les progrès fonctionnels ont été acquis grâce aux techniques de mobilisation protégée utilisant des attelles plaçant les masses musculaires en position de relaxation.

Ainsi, la technique de Kleinert autorise l'extension active des doigts contre la résistance d'un élastique palmaire. Ce mouvement produit le déplacement sans tension sur quelques millimètres de la suture des tendons fléchisseurs. La technique de Duran utilise la même orthèse de stabilisation en flexion du poignet et des métacarpophalangiennes employées pour la technique de Kleinert, mais la mobilisation de la chaîne digitale est dans ce cas passive. Le protocole de Strickland est plus performant car il autorise une mobilisation active mais s'adresse à des lésions franches et à des patients éducables et attentifs (voir chapitre 10).

De même, l'appareil extenseur bénéficie de ces principes de mobilisation protégée après réparation en zone 3 à 8 (voir chapitre 11).

Les pertes de substances tendineuses sont souvent réparables en urgence au niveau de l'appareil extenseur et la multiplication des plasties tendineuses de Snow, Foucher, Aiache, Burkhalter, Merle, permet de faire face à la plupart des pertes de substances digitales. En revanche, au niveau du dos de la main, les grandes pertes de substances relèvent de la réparation secondaire par greffe. Si le squelette est atteint et que le risque d'adhérence périostée existe, il est préférable de préparer la greffe secondaire en implantant des tendons conformateurs universels en silicone (TCU Arex). Mais cette attitude thérapeutique n'est légitime que si le problème de la couverture cutanée est réglé.

Au niveau de l'appareil fléchisseur, les problèmes sont doubles car, d'une part, il convient de restaurer les poulies fondamentales du canal digital, c'est-à-dire au moins A2 et A4 et, d'autre part, de rétablir au moins un axe vasculaire si l'on veut espérer secondairement une revascularisation de la greffe tendineuse. Enfin, un tendon conformateur universel (TCU) en silicone est implanté depuis l'avant-bras puis fixé sur la base de P3 pour préparer la néogaine qui accueillera la greffe tendineuse au minimum 8 semaines plus tard.

Ici encore, c'est la qualité des téguments qui décidera ou non de la reconstruction partielle en urgence de l'appareil fléchisseur.

Lésions musculaires

Il est rare que l'on puisse réparer une plaie musculaire des intrinsèques car toute rétraction de sa longueur se traduira par une limitation fonctionnelle au niveau de la chaîne digitale. Si le muscle est viable, la cicatrisation s'effectuera spontanément. Si le muscle est dévitalisé, il convient d'en faire impérativement l'excision et d'envisager secondairement un ou plusieurs transferts tendineux pour corriger le déficit.

Lésions nerveuses

La réparation primaire microchirurgicale des plaies franches a montré sa supériorité par rapport à toutes les techniques de réparation secondaire.

C'est en urgence que l'on a toutes les chances de respecter l'orientation globale du nerf, d'assurer sa revascularisation et celle de son environnement tissulaire. Nous avons, à travers notre expérience, montré que la réparation systématique en urgence des axes vasculaires était le garant d'un résultat utile. C'est une urgence vraie et il ne peut être question de faire attendre plusieurs jours un blessé qui présente l'association lésionnelle d'un nerf et d'une artère.

En revanche, la contusion nerveuse et la perte de substance nerveuse impliquent une seconde intervention réalisée deux à trois mois plus tard lorsque l'environnement tissulaire l'autorise. En urgence, il est alors utile de préserver l'orientation globale du nerf par une suture épineurale et fixer les extrémités nerveuses à l'aponévrose ou au squelette lorsqu'il y a perte de substance (voir chapitre 14).

Traumatismes spécifiques

Écrasement par rouleaux

Rencontrées dans la sidérurgie, l'imprimerie, mais aussi dans les essoreuses à rouleaux, les lésions du revêtement cutané sont sévères, dues à l'important décollement réalisé. L'œdème s'installe rapidement et il est urgent de réaliser des aponévrotomies des loges musculaires et des incisions de décharges cutanées avec ouverture du canal carpien et de la loge de Guyon.

Le pronostic dépend de la durée de l'écrasement et de la rapidité des premiers gestes chirurgicaux visant à lutter contre l'œdème et à restaurer la couverture cutanée. Mais celui-ci est minoré lorsqu'à ces lésions s'associent des fractures et des lésions tendineuses.

Presses chauffantes

Les lésions de contusion sont celles obtenues dans les traumatismes par rouleaux mais il faut ajouter ici les brûlures profondes. Ces lésions doivent faire l'objet également d'une décompression en urgence des loges musculaires, du canal carpien et des loges de Guyon mais aussi d'une excision des tissus brûlés.

La solution thérapeutique pour obtenir une couverture cutanée exige secondairement la réalisation de lambeaux libres ou de lambeaux à distance.

Plaies par arme à feu et par explosion

Les lésions provoquées par les projectiles ou les détonateurs sont gravissimes car l'onde de choc crée des lésions profondes et extensives, intéressant tous les tissus. Le bilan lésionnel est difficile à réaliser en urgence car la poudre tatoue les tissus et leur vitalité n'est pas toujours apparente. Il est rare, en urgence, de pouvoir réaliser un parage complet. Dans ce cas, il faut être économe, préserver tout le capital tissulaire qui survit pour envisager une reconstruction secondaire assurant au moins la récupération d'une pince fondamentale. Le problème cutané se pose toujours et se résout le plus souvent dans les 48 heures par un lambeau libre ou un lambeau à distance (figure 4.3).

Figure 4.3

Lésions de la colonne du pouce et de la première commissure par explosion d'un pétard.

Plaies agricoles

Les traumatismes provoqués le plus souvent par les moissonneuses-batteuses sont sévères car la main est contuse à plusieurs reprises lorsqu'elle est bloquée dans la machine. À la sévérité des lésions tissulaires se surajoute une contamination septique particulièrement virulente. Le lavage et le brossage de la main blessée doivent être rigoureux et répétés. Le parage des tissus contus sera sans concession.

Compte tenu de la contamination et de l'excision rarement complète en première intention, il n'est pas prudent d'assurer une couverture cutanée de la main en urgence. Dans ce cas, il convient de répéter toutes les 48 heures les pansements et de compléter les excisions jusqu'à ce que le sous-sol soit propice à sa couverture.

Plaies par injection à haute pression

On considère que le revêtement cutané peut être transfixié en appliquant une pression de 7 bars. Les injecteurs industriels produisent des pressions qui peuvent se situer entre 200 et 700 bars (pistolet à graisse, peinture, injecteur de diesel, etc.). L'injection sous haute pression est à l'origine de lésions redoutables, surtout si elles sont minimisées par l'aspect punctiforme de la porte d'entrée, ce qui retarde leur prise en charge thérapeutique. En urgence, il est important de connaître la pression d'injection, la nature et la quantité du produit injecté. Le bilan clinique évalue l'état neurovasculaire de la main et des doigts, la radiographie permet de déterminer l'étendue de la diffusion du produit. Wong *et al.* [8] a proposé un protocole thérapeutique selon la gravité de l'injection :

- pour les injections d'huile à faible pression sans diffusion du produit confirmée à la radiographie, il suggère une simple couverture antibiotique et conditionne le patient pour une intervention chirurgicale en cas d'extension des lésions;
- en revanche, lorsque les lésions tissulaires sont plus importantes mais n'entraînent pas de troubles neurovasculaires, il convient de réaliser une décompression de toutes les structures au niveau du doigt par une large incision de Brunner, de multiplier les aponévrotomies de toutes les loges concernées et d'effectuer un parage complet. Les incisions sont laissées ouvertes (figure 4.4).
- pour les injections à très haute pression dues le plus souvent à des pistolets à peinture, à solvants, les lésions sont sévères et étendues ce qui impose une très large ouverture de toutes les structures compte tenu des altérations du système neurovasculaire. Il convient d'évacuer au mieux le produit injecté sans utiliser de solvant et de

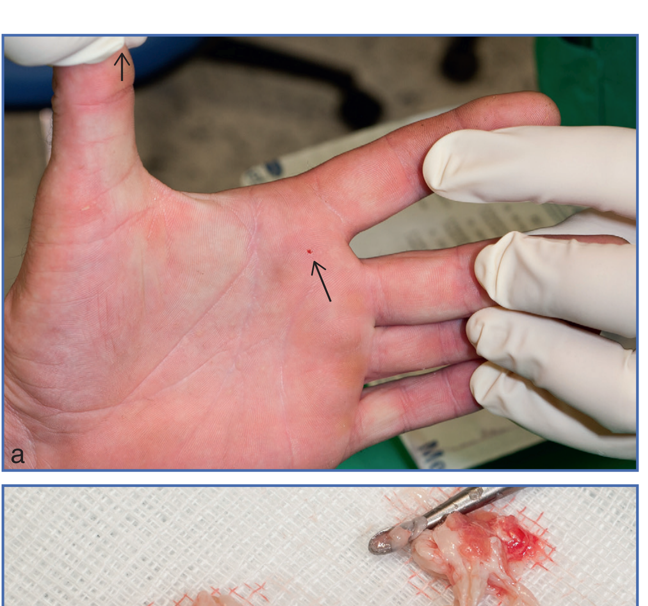
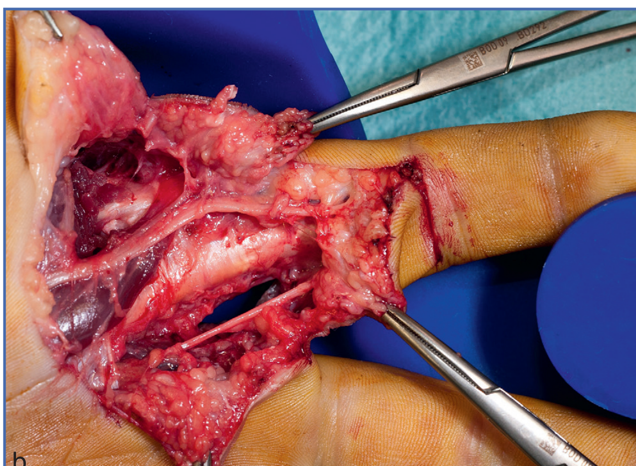
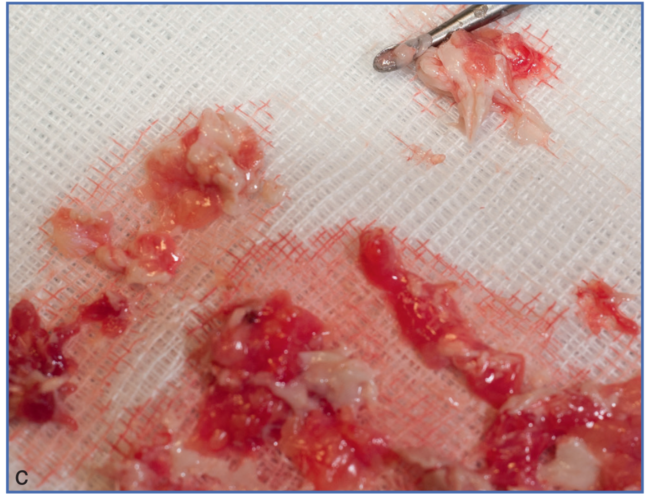




Figure 4.4

Injection d'huile sous pression.
a. Injection ponctiforme à la base de l'index.
b. L'infiltration des espaces a nécessité une large ouverture palmaire et dorsale due à la migration de l'huile par la commissure.
c. La graisse adhère aux tissus et impose un parage extensif.

répéter les parages de 24 heures en 24 heures. La dévascularisation de la chaîne digitale conduit dans 50 % des cas à l'amputation. Pour des raisons médicolégales, il est important d'informer le blessé de ce risque car il a souvent des difficultés à comprendre que pour une plaie punctiforme à son admission, il doit accepter une sanction chirurgicale radicale.

Conclusion

Les traumatismes de la main doivent bénéficier de soins appropriés en urgence par des chirurgiens entraînés à cette chirurgie et disposant du plateau technique adéquat.

Si les plaies franches bénéficient sans réserve du concept de traitement tout en un temps avec mobilisation précoce, en revanche, les plaies complexes où s'accumulent contusions et lésions tissulaires multiples, doivent faire l'objet d'une évaluation clinique et chirurgicale de tous les tissus afin de déterminer la meilleure stratégie chirurgicale. À défaut de ne pouvoir réparer en urgence les pertes de substance tendineuses et nerveuses, le chirurgien devra tout mettre en œuvre pour résoudre les problèmes fondamentaux que sont la stabilisation des fractures métacarpophalangiennes, la revascularisation des axes vasculaires principaux de la main et des doigts et la réparation des pertes de substance cutanée.

Ces trois priorités sont indissociables et sont le garant pour le blessé d'obtenir, après une première opération, un résultat fonctionnel ou pour le mettre dans les meilleures conditions tissulaires pour subir un geste secondaire de reconstruction nerveuse, tendineuse, osseuse.

L'expérience du chirurgien est ici nécessaire pour assurer la qualité du parage et imaginer la meilleure stratégie opératoire qui permettra au blessé de retrouver au minimum une fonction utile de sa main, compatible avec la reprise de son travail.

Références

[1] del Pinal F. Severe mutilating injuries to the hand : guidelines for organizing the chaos. J Plast Reconst Aest Surg 2007 ; 7 : 816–27.

[2] Foucher G, Braun F, Merle M, et al. Le « doigt-banque » en traumatologie de la main. Ann Chir 1980 ; 34(9) : 693–8.

[3] Gosset J, Michon J. Traitement des plaies fraîches de la main. 67e congrès de chirurgie ; 1965.

[4] Iselin M. Enseignement tiré de 5 ans d'expérience de la méthode d'urgence différée (UOD) dans les plaies des extrémités des membres. Mem Acad Chir 1964 ; 20 : 540.

[5] Merle M, Dautel G. Early surgical management of complex injuries of the hand and wrist. In : Surgical Techniques in Orthopaedics and Traumatology. Editions scientifiques et médicales Elsevier ; 2000. p. 8. 55-330B-10.

[6] Michon J, Foucher G, Merle M. Traumatismes complexes de la main. Traitement tout en un Temps avec Mobilisation Précoce. Chirurgie 1977 ; 103 : 956–64.

[7] Michon J. Lésions associées. Technique opératoire. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main., vol. 2. Paris : Masson ; 1984. p. 122–41.

[8] Wong TC, Ip FK, Wu WC. High-pressure injection injuries of the hand in a chinese population. J Hand Surg 2005 ; 30B(6) : 588–92.

Chapitre 5

Entorses et luxations des doigts

F. Dap, M. Merle, Th. Jager
Avec la collaboration de M. Isel

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Les entorses et les luxations des doigts sont fréquentes et concernent essentiellement les articulations IPP des doigts longs, l'articulation MP du pouce, plus rarement les articulations MP des doigts longs. C'est une pathologie qui mérite beaucoup d'attention au niveau de l'examen clinique et radiographique qu'il convient de réaliser sous anesthésie locale [12]. Ces lésions, en l'absence d'instabilité, relèvent le plus souvent d'un traitement orthopédique. Malheureusement les moyens de contention sont souvent excessifs et immobilisent à tort les articulations voisines qui ne demandent qu'à être sollicitées. Le raffinement des orthèses réalisées sur mesure permet de traiter la plupart des lésions, limitant ainsi le risque de la complication majeure encore trop fréquente : la raideur [10].

La chirurgie a des indications strictes et bien codifiées, en particulier pour les entorses-luxations du pouce, le risque séquellaire étant la laxité. L'instabilité douloureuse de la métacarpophalangienne du pouce nécessite une stabilisation par ligamentoplastie de reconstruction, avant que l'arthrose n'impose l'arthrodèse définitive.

L'apparition des ancres résorbables [27] a fait disparaître de l'arsenal thérapeutique le principe du pull-out *de Bunnell [3] et son dérivé le* barb-wire *[26].*

Dans tous les cas, l'examen clinique est essentiel pour établir le bilan lésionnel [12]; le test de stabilité est réalisé, si besoin, sous anesthésie locale de manière à garder la possibilité de mobilisation active du patient. Cet examen porte sur la stabilité ou l'instabilité active, c'est-à-dire la capacité du patient à reproduire éventuellement une subluxation ou luxation, ainsi que sur la stabilité et l'instabilité passive. Dans ce dernier cas, l'examinateur teste la stabilité latérale et antéropostérieure, toujours de manière bilatérale et comparative.

Entorses et luxations de l'articulation métacarpophalangienne du pouce

Anatomie et physiologie

L'articulation métacarpophalangienne du pouce est une condylienne à trois degrés de liberté : inclinaison latérale interne et externe, rotation axiale et flexion-extension, qui est le mouvement préférentiel, d'amplitude variable d'un individu à l'autre.

La fonction du pouce impose une bonne stabilité latérale de l'articulation apportée par les ligaments, la capsule articulaire et les muscles.

Les deux ligaments latéraux interne et externe comprennent deux faisceaux (figure 5.1) :

- le faisceau principal métacarpophalangien, solide, puissant, tendu en flexion et relâché en extension; ce faisceau est responsable de la stabilité latérale de l'articulation en flexion;
- le faisceau accessoire, lui-même divisé en métacarposésamoïdien et sésamoïdophalangien, est au contraire tendu en extension et relâché en flexion; il est responsable de la stabilité latérale en extension.

Les muscles thénariens interne et externe se terminent sur la première phalange et les sésamoïdes, avec des expansions latérales dorsales vers l'appareil extenseur, constituant une véritable dossière. Le court fléchisseur du pouce sur le sésamoïde externe, le faisceau oblique de l'adducteur sur le sésamoïde interne s'opposent activement à l'hyperextension. L'adducteur du pouce, par son insertion directe sur la première phalange près du ligament latéral interne et par son expansion latérale dorsale, possède une action d'anti-abduction active. Le même mécanisme existe en dehors avec les muscles court abducteur et court fléchisseur du pouce qui luttent activement contre l'adduction.

La stabilité latérale de l'articulation métacarpophalangienne est donc liée à l'action combinée de l'ensemble capsuloligamentaire et musculaire, mais les muscles seuls ne peuvent compenser une rupture ligamentaire latérale.

Entorses

Ces lésions sont fréquentes en traumatologie sportive, notamment le ski et les sports de ballon, mais aussi, plus récemment, le développement de la marche nordique avec des bâtons [20]. Les entorses de l'articulation métacarpophalangienne du pouce exposent à de graves séquelles fonctionnelles liées à l'instabilité de la pince pollici-digitale.

Entorses du ligament latéral interne

L'entorse interne de la métacarpophalangienne est la première lésion du membre supérieur chez le skieur. Le mécanisme en est double [23] : soit une chute avec le pouce « planté » dans la neige, soit une chute avec choc du bâton sur la première phalange. Cette lésion se rencontre également dans les sports de ballon : volley-ball, football, handball. Les Anglosaxons parlent de *gamekeeper's thumb*, c'est-à-dire du pouce du garde-chasse qui se lèse le ligament latéral interne lorsqu'il tue le lapin en saisissant fortement dans la première commissure le cou et la tête de l'animal et provoquant une forte extension de la colonne cervicale [4].

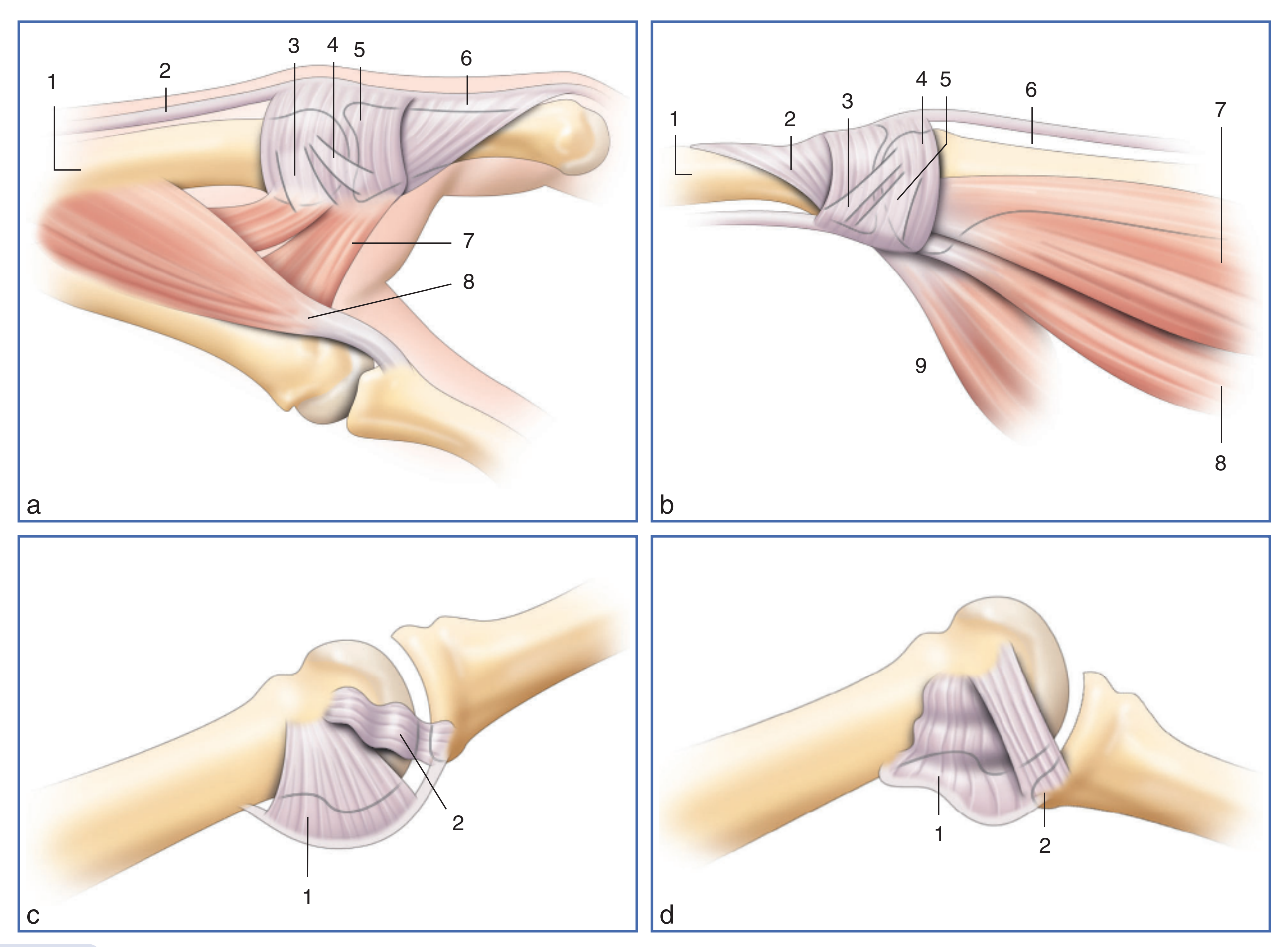


Figure 5.1

a. Vue de la face latéro-interne de la MP du pouce.
1. 1er métacarpien. 2. Long extenseur. 3. Ligament latéral accessoire. 4. Ligament latéral principal. 5. Fibres transversales de la dossière. 6. Fibres obliques. 7. Adducteur. 8. 1er interosseux dorsal.
b. Vue de la face latéro-externe de la MP du pouce.
1. Phalange proximale. 2. Fibres obliques de la dossière. 3. Ligament principal. 4. Fibres transversales de la dossière. 5. Ligament accessoire. 6. Court extenseur. 7. Court fléchisseur superficiel. 8. Court fléchisseur profond. 9. Adducteur.
c, d. En extension de la MP, le ligament accessoire est tendu, le ligament principal est détendu. L'inverse se produit lorsque la MP est en flexion.
1. Ligament accessoire. 2. Ligament principal.

Dans tous les cas, l'abduction violente ou valgus de la métacarpophalangienne entraîne une distension ou une rupture du complexe capsuloligamentaire ulnaire au niveau de son attache distale sur la première phalange dans 90 % des cas [6].

Le problème essentiel de l'entorse du ligament latéral interne est l'absence de cicatrisation spontanée en cas de rupture complète de ce ligament, en raison de l'effet Stener [38, 39] (figure 5.6a). Le muscle adducteur, en plus de ses insertions sur la base de la première phalange et sur le sésamoïde interne, présente une expansion fibreuse qui rejoint l'appareil extenseur du pouce en recouvrant le ligament latéral interne. En cas de rupture du ligament, sa partie proximale se rétracte et passe au-dessus de l'expansion de l'adducteur. Cette expansion s'interpose entre les deux parties du ligament rompu et empêche toute cicatrisation spontanée, même si le pouce est immobilisé. Seule la chirurgie peut rétablir le trajet initial du ligament sous l'expansion.

Le tableau clinique de l'entorse est évocateur : douleur diffuse ou localisée sur le versant interne de l'articulation, œdème, hématome et impotence fonctionnelle de la colonne du pouce.

Des clichés radiographiques simples (face et profil de l'articulation métacarpophalangienne) doivent être réalisés avant toute manœuvre ou recherche de laxité articulaire afin de diagnostiquer un éventuel arrachement osseux non déplacé [21]. Dans ce cas, toute mobilisation articulaire doit être évitée et le traitement comprend l'immobilisation pendant quatre semaines, permettant la consolidation osseuse

Figure 5.2

Test de laxité clinique du ligament latéral interne de l'articulation métacarpophalangienne du pouce.
La laxité est évidente, elle signe la rupture ligamentaire et impose l'intervention chirurgicale.

et la stabilité du ligament latéral interne qui lui est solidaire. En revanche, il convient de renoncer à la stricte immobilisation plâtrée lorsque le fragment osseux est, même faiblement, déplacé (moins de 2 mm) car il s'y associe une rotation du fragment. La pseudarthrose est l'une des complications qui altère le résultat fonctionnel, il est alors préférable d'assurer une fixation chirurgicale du fragment, comme l'ont démontré Dinowitz *et al.* [7].

La difficulté essentielle réside dans le diagnostic de gravité de l'entorse, c'est-à-dire l'évaluation de la laxité articulaire. L'examen clinique recherche cette laxité de manière bilatérale, comparative, en portant l'articulation métacarpophalangienne en valgus. Cette manœuvre étant très douloureuse, une anesthésie locale est habituellement nécessaire. Le test est réalisé en flexion pour détendre le ligament collatéral accessoire et tester le faisceau principal du ligament latéral interne. Une déviation latérale supérieure à 30 ° par rapport au côté controlatéral signe la rupture ligamentaire (figure 5.2). Si l'articulation est instable aussi en extension, le ligament latéral accessoire est également lésé. Rotella et Urpi ont démontré, sur des clichés de face, que la perte du parallélisme entre les sésamoïdes et la tête métacarpienne correspond à une rupture totale du ligament [33]. Cette étude a été confirmée par Rochet *et al.* montrant que l'effet Stener était corrélé avec le déplacement des sésamoïdes [32].

Lorsque le diagnostic lésionnel ne peut être affirmé par la clinique et les clichés dynamiques standards, l'apport de l'échographie peut être utile. Jones *et al.* ont corrélé la rupture du ligament collatéral interne visualisé à l'échographie

Figure 5.3

L'existence d'un arrachement osseux déplacé, à la base de P1, traduit l'entorse grave.
La sanction est chirurgicale. Les tests de laxité sont inutiles.

avec les constatations opératoires dans 94 % des cas [18], alors que dans un service d'urgence le diagnostic clinique et radiologique n'avait été affirmé que dans 45 % des cas. Dans une autre série de 25 cas, Hahn *et al.* ont observé 28 % de faux positifs d'un effet Stener [16]. Lorsque l'IRM deviendra un examen de routine en traumatologie de la main, le bilan des lésions sera indiscutablement facilité car cet examen est encore plus performant que l'échographie [17, 20].

Sur les clichés radiographiques, la présence d'un fragment osseux déplacé de la base ulnaire de la première phalange correspond à l'arrachement du ligament latéral interne à son insertion distale (figure 5.3). On peut également noter

une subluxation spontanée palmaire signant la déchirure de la capsule articulaire dorsale. Si les radiographies simples sont normales, des clichés comparatifs en valgus forcé sont réalisés sous anesthésie locale. L'existence d'un bâillement articulaire important et asymétrique objective la rupture ligamentaire.

Le traitement d'une entorse métacarpophalangienne fraîche, c'est-à-dire avant le dixième jour, est fonction du bilan clinique et radiologique (figure 5.4) : en cas d'entorse bénigne, c'est-à-dire de simple distension ligamentaire, sans laxité importante, ni arrachement osseux, une immobilisation de l'articulation métacarpophalangienne pendant quatre semaines est suffisante, soit par plâtre, soit par matériel thermomalléable (Orfit) (figure 5.5). Le poignet est laissé libre ainsi que l'articulation interphalangienne du pouce et les articulations métacarpophalangiennes des

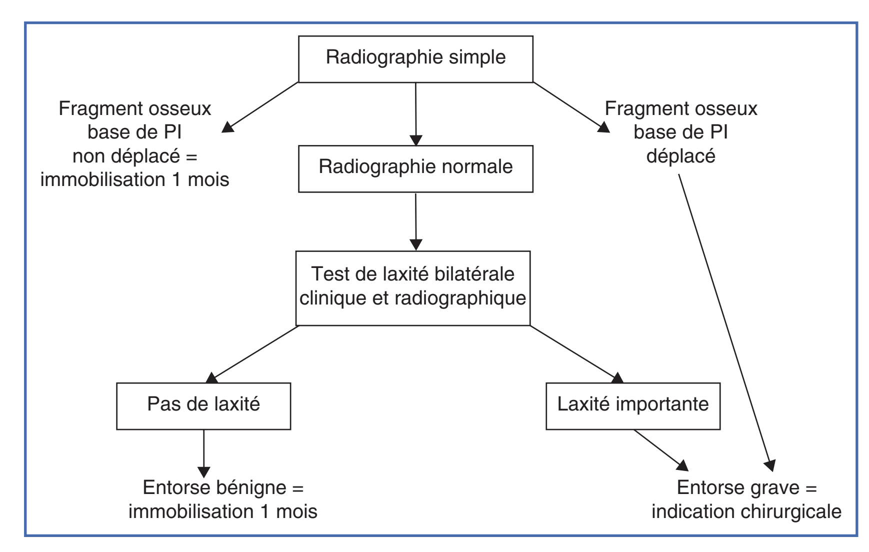


Figure 5.4

Conduite à tenir devant une entorse du ligament latéral interne de l'articulation métacarpophalangienne du pouce.

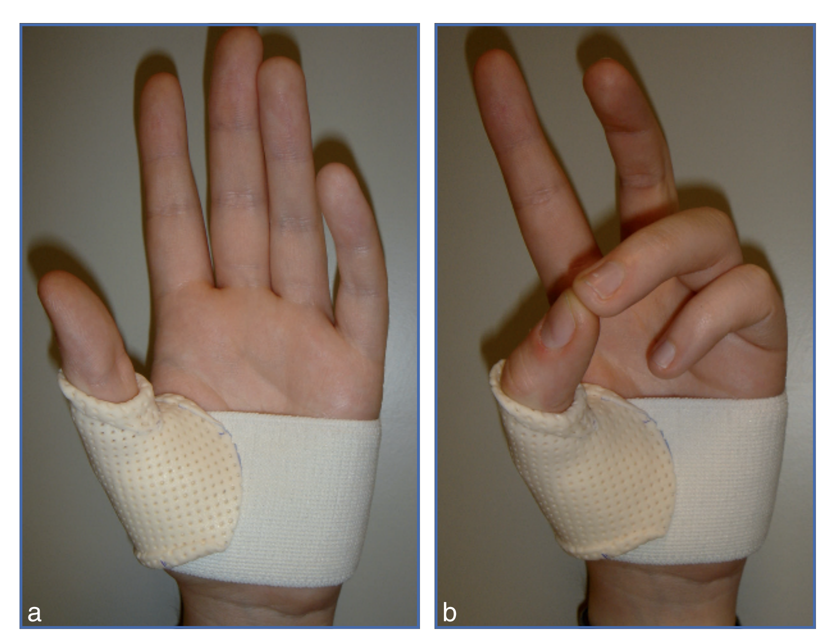


Figure 5.5

Orthèse de stabilisation de l'articulation métacarpophalangienne du pouce autorisant la pince pollici-digitale.

doigts longs. La première commissure est laissée ouverte en position fonctionnelle de la main, en prenant garde de ne pas imprimer un mouvement d'abduction de l'articulation métacarpophalangienne [8]. Cette immobilisation permet la cicatrisation du ligament et assure la stabilité articulaire.

En cas d'entorse grave, c'est-à-dire de laxité importante par rupture du ligament collatéral ulnaire principal, l'indication opératoire est formelle. La réparation doit être réalisée dans les dix premiers jours post-traumatiques sous peine d'être inefficace [22]. Le risque est ensuite l'évolution vers la laxité articulaire puis l'arthrose.

Technique de réparation du ligament collatéral ulnaire

L'intervention en chirurgie ambulatoire est menée sous bloc axillaire et garrot pneumatique. La dissection est faite sous loupes binoculaires. L'incision est dorsolatérale, ulnaire, d'environ 3 cm sur l'interligne métacarpophalangien. La branche sensitive du nerf radial, parfois responsable de dysesthésies prolongées en post-opératoire, doit être repérée et protégée tout au long de l'intervention en la refoulant en monobloc avec son atmosphère cellulaire sous-cutanée. On découvre fréquemment le moignon du ligament latéral interne rétracté au-dessus de la partie proximale de la dossière (figure 5.6a et b). Le temps suivant comprend l'incision partielle de l'expansion de l'adducteur du pouce au niveau de ses fibres obliques, à 1 ou 2 mm du bord latéral du long extenseur. Pour faciliter sa réparation en fin d'intervention (figure 5.6c), cette expansion est réclinée grâce à des fils de traction. Le bilan lésionnel retrouve soit la désinsertion distale du ligament à la base de la première phalange (55 % des cas), soit l'arrachement d'un fragment osseux de la base de la première phalange (30 % des cas), plus rarement la rupture en plein corps du ligament (15 % des cas) [23].

On recherche systématiquement une déchirure de la capsule articulaire dorsale en réclinant l'appareil extenseur ainsi qu'une lésion de la plaque palmaire. Les lésions cartilagineuses sont exceptionnelles.

La suture simple du ligament en cas de rupture en plein corps sera effectuée en utilisant un fil à résorption lente.

La désinsertion distale à la base de la première phalange est réparée à l'aide d'une ancre résorbable Minilock-Mitek®. Un prétrou est effectué avec une mèche de 2 mm à la base de la 1re phalange, au niveau de la zone d'arrachement du ligament latéral interne. Cet orifice est oblique vers le dehors et la partie distale de la phalange. Après insertion de l'ancre et vérification de sa solidité par traction sur les deux fils, les deux aiguilles sont passées dans l'extrémité distale du ligament rompu puis les deux brins noués entre eux (figures 5.6d et e). Ceci permet de mettre en tension le ligament et de le plaquer sur la base de la phalange.

En cas d'arrachement osseux, il est préférable de ne pas traverser ce fragment, les fils s'appuyant uniquement sur le ligament (figures 5.7 et 5.8). Une petite broche perdue peut alors compléter le montage en stabilisant le fragment lui-même. Des points complémentaires sont placés entre le ligament et les structures environnantes. La brèche de la capsule dorsale est suturée au fil résorbable PDS 4/0 pour prévenir toute subluxation palmaire. La stabilité de l'articulation métacarpophalangienne est vérifiée en peropératoire. La dossière est réparée par des points séparés, inversés, de 3/0 résorbable, tout en maintenant fléchie l'interphalangienne du pouce pour éviter l'enraidissement de cette dernière. La peau est fermée sans drainage, à points séparés ou par un surjet intradermique (figure 5.9).

Une attelle plâtrée est placée en fin d'intervention sur le pansement compressif. Au troisième jour, une orthèse thermomalléable la remplace, laissant l'interphalangienne du pouce libre ainsi que le poignet et les métacarpophalangiennes des doigts longs (figure 5.5a et b).

Plus rarement, le blocage de l'articulation métacarpophalangienne est confié à une broche d'arthrodèse temporaire pour quatre semaines [8]. Ceci est conseillé lorsque la réparation semble fragile ou la stabilité insuffisante en fin d'intervention. Pour des raisons professionnelles, une broche enfouie peut être utile car elle permet la reprise du travail dès le quinzième jour post-opératoire. Cette broche est placée dans l'articulation métacarpophalangienne fléchie à 10° et en légère adduction.

En post-opératoire immédiat, la mobilité interphalangienne active est encouragée pour favoriser l'excursion de l'expansion de l'adducteur.

Les moyens de stabilisation (orthèse, broche) sont enlevés au bout de quatre semaines. La mobilisation articulaire est alors autorisée, aidée par la rééducation de manière à lutter contre l'enraidissement avec limitation constante de la flexion. Nous recommandons le port nocturne de l'orthèse pour deux semaines supplémentaires ainsi que lors des activités mettant en charge la suture, pour sa protection et dans un but antalgique. Une orthèse dynamique d'enroulement global du pouce est fréquemment nécessaire pour récupérer des amplitudes complètes.

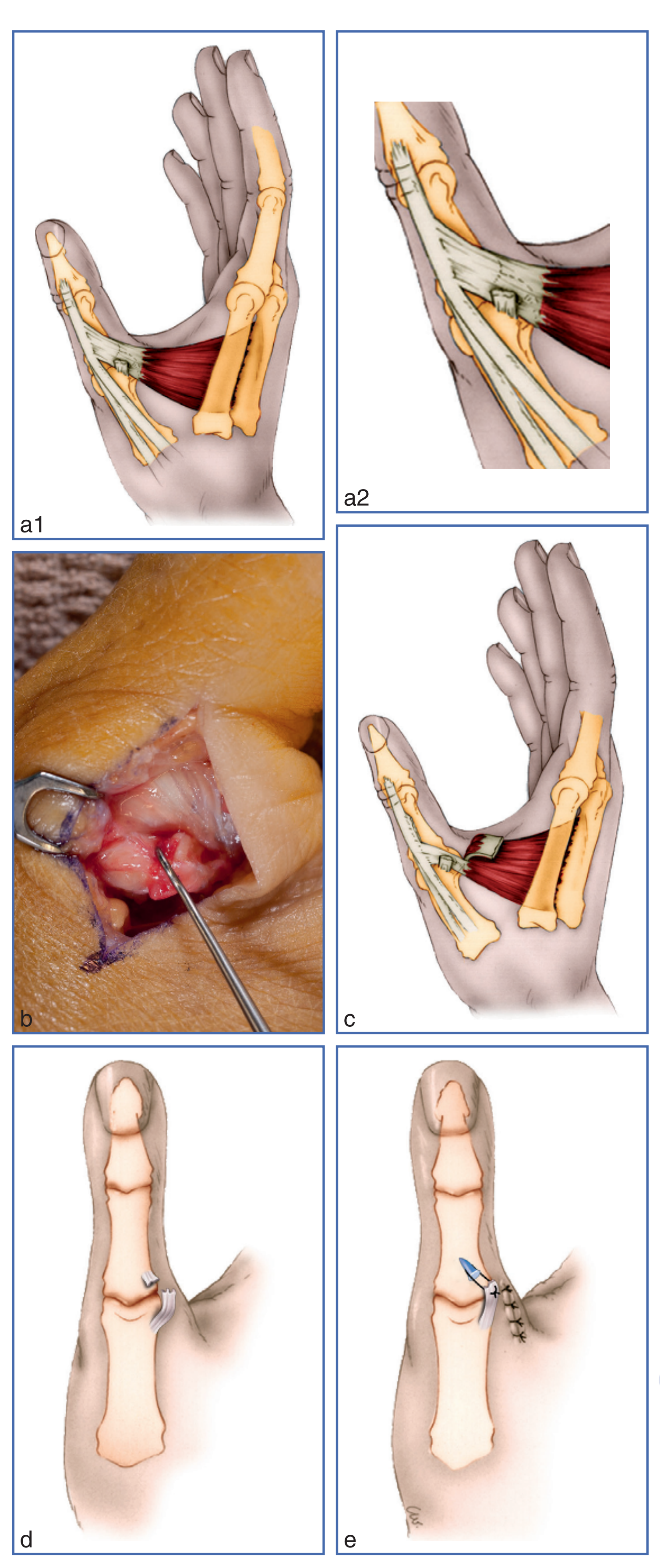
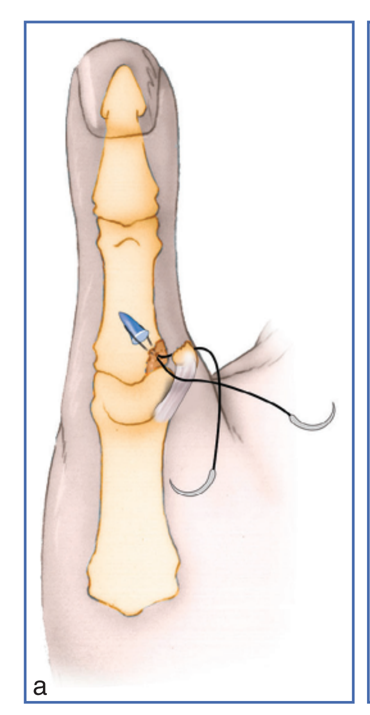


Figure 5.6

Entorse grave du ligament latéral interne de la MP du pouce.
a, b. Effet Stener, le ligament s'est placé en arrière de la dossière.
c. Ouverture des fibres obliques de la dossière.
d, e. Réinsertion du ligament latéral interne de la MP du pouce par ancrage intra-osseux résorbable Minilock-Mitek®.



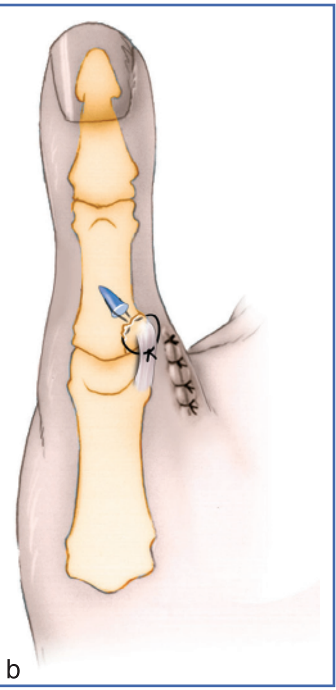


Figure 5.7

Réinsertion du ligament latéral interne de la MP du pouce par ancrage intra-osseux résorbable Minilock-Mitek®.
a. Arrachement du ligament à la base de la première phalange.
b. Fixation du ligament.

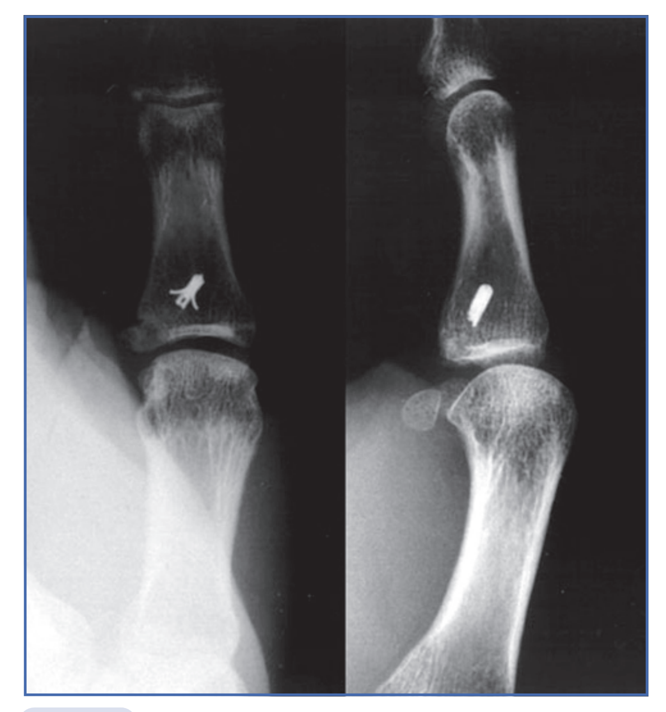


Figure 5.8

Rupture du ligament latéral interne de la MP du pouce réinsérée par ancre intraosseuse en titane Mitek® : radiographies de face et profil.

La reprise d'activité sans restriction a lieu en général après deux mois.

Entorses du ligament latéral externe

Selon les séries publiées, l'entorse du ligament latéral externe est moins fréquente que celle du ligament latéral interne (10 à 40 %) [6, 9, 25] ; mais, négligées ou mal traitées, elles conduisent aux mêmes complications : instabilité avec douleur, luxation palmaire, pronation, perte de force puis arthrose [8, 29].

Le mécanisme lésionnel est l'adduction violente du pouce au niveau de la MP entraînant la désinsertion du ligament externe sur la base de la première phalange (29 %) ou sur la tête métacarpienne (55 %) ou plus rarement en son milieu (16 %) [6]. La capsule articulaire dorsale est fréquemment déchirée participant alors à la luxation palmaire de la première phalange. De plus, sous l'influence de l'adducteur du pouce s'installe une pronation.

L'anatomie de l'appareil capsuloligamentaire externe de la MP du pouce n'est pas une image en miroir de l'appareil interne. Les insertions musculotendineuses du court fléchisseur et du court abducteur sont moins solides

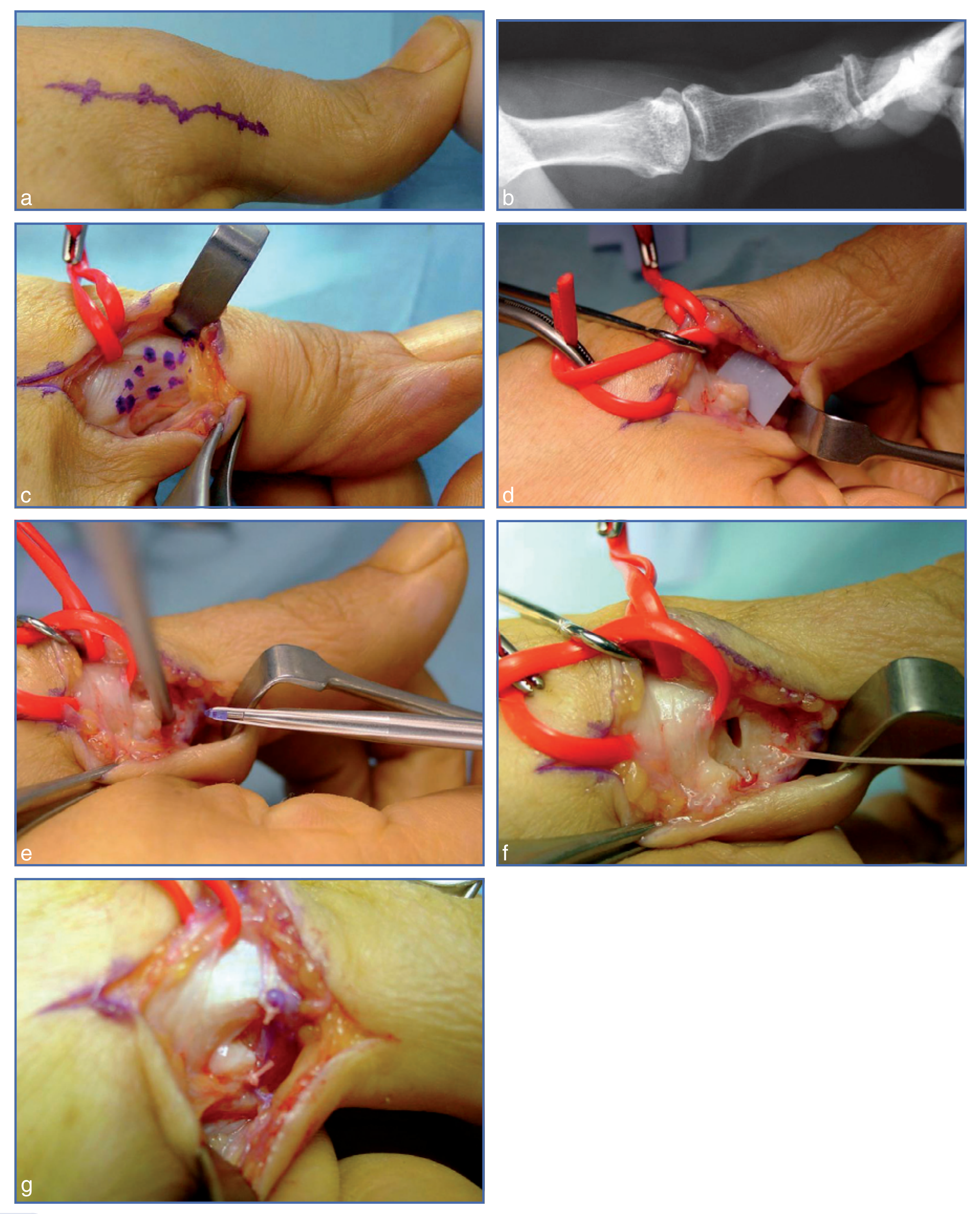


Figure 5.9

Réinsertion du ligament latéral interne de la MP du pouce par une ancre Minilock-Mitek®.
a. La voie d'abord est dorsolatérale à cheval sur l'interligne métacarpophalangien.
b. La laxité est évidente à la radiographie, il existe un effet Stener alors que les sésamoïdes restent parallèles à l'interligne articulaire (signe de Rotella et Urpi négatif).
c. Les fibres obliques de la dossière sont incisées pour former un lambeau triangulaire à base dorsale.
d. Le ligament latéral interne est en arrière des fibres transversales (effet Stener).
e. La base de P1 est exposée. Une mèche de 2 mm prépare l'introduction d'une ancre résorbable Minilock-Mitek®.
f. Une traction sur les fils de suture vérifie la solidité de l'ancrage. Le ligament latéral sera passé sous les fibres transversales de la dossière (lac rouge).
g. Suture du ligament.

que celle de l'adducteur. La stabilité de la MP est également assurée par la plaque palmaire et les sésamoïdes qui reçoivent les insertions du chef profond du court extenseur sur le versant radial et de l'adducteur sur le versant cubital. Les expansions aponévrotiques du court abducteur et de l'adducteur assurent la stabilisation dorsale du long extenseur du pouce. Le ligament principal externe s'insère dorsalement sur le condyle de la tête métacarpienne et gagne obliquement le tubercule de la phalange proximale dans sa partie palmaire et vient s'accoler au ligament collatéral accessoire. L'expansion aponévrotique du court abducteur recouvre le ligament principal. Par ailleurs, l'insertion du tendon du court abducteur est dorsale par rapport à l'axe de rotation de la MP ce qui évite lors de la rupture du ligament principal la réalisation d'un effet Stener alors que sur le versant interne de la MP l'adducteur est palmaire et le ligament rompu se rétracte sur la partie proximale et dorsale de la dossière.

La rupture conjointe du ligament principal et accessoire externe et de la capsule dorsale va générer une subluxation palmaire de la première phalange avec un effet de pronation sous l'action de l'adducteur dont les insertions sont palmaires. Dans les premiers jours du traumatisme, le tableau clinique est dominé par des douleurs, un œdème et une raideur articulaire. L'examen clinique et radiographique sous anesthésie locale permet d'évaluer le degré d'instabilité en adduction et dans le plan antéropostérieur. Il doit être comparatif par rapport au côté sain. Une laxité en adduction supérieure à 30° et associée à une luxation palmaire de plus de 3 mm [25] affirme le diagnostic de rupture totale et impose l'intervention chirurgicale. En revanche, en l'absence d'instabilité l'entorse sera traitée par une orthèse immobilisant strictement la MP tout en autorisant la mobilisation active de l'IP.

La voie d'abord chirurgicale est dorsolatérale, à cheval sur l'articulation MP. Il convient de protéger la petite branche sensitive dorsale du nerf radial. L'incision de la dossière est partielle et proximale à distance du court extenseur pour accéder à la face latérale et dorsale de la tête métacarpienne. Si la rupture ligamentaire est distale, ce sont les fibres obliques qui seront incisées pour aborder le tubercule latéral de la première phalange. Il faut chercher à préserver, tout au long de la réparation ligamentaire, une partie de la sangle de l'extenseur afin de garder la stabilité de l'appareil extenseur et éviter la perte d'amplitude de l'IP.

Que la rupture du ligament principal soit sur la tête du métacarpien ou sur la première phalange, la réinsertion est confiée à une ancre résorbable Microck-Mitek® en effectuant un prétrou à l'aide d'une mèche de 2 mm. L'insertion métacarpienne se situe 1 ou 2 mm en arrière de l'axe de rotation du condyle, l'insertion phalangienne est à 3 à 5 mm de l'interligne articulaire à équidistance du tubercule latéral et de la corticale palmaire [13]. Lorsque le ligament est rompu dans son milieu la suture est réalisée au PDS 3/0. La capsule dorsale est suturée au PDS 3/0 ou en cas d'impossibilité fixée par une ou deux ancres résorbables Microfix-Mitek®, ce qui nécessite un perçage avec une mèche de 1,3 mm.

L'immobilisation post-opératoire est confiée à une orthèse statique autorisant la mobilisation de l'IP, plus rarement à une arthrodèse temporaire de la MP à 10° de flexion à l'aide d'une broche de Kirschner enfouie de 12/10e qui autorise une reprise de travail dès le quinzième jour, et ce, pour une période de 4 semaines. Ensuite, le relais est pris par une orthèse statique pour deux semaines supplémentaires (figure 5.10).

Laxités chroniques de la métacarpophalangienne du pouce

La réparation primaire de la rupture ligamentaire doit être effectuée dans un délai maximal de 10 jours [22]. Au-delà, la qualité du ligament décroît, la solidité de la réparation devient aléatoire. La laxité chronique entraîne une gêne fonctionnelle de la pince pollici-digitale, avec douleur et perte de force, l'évolution à long terme se faisant vers l'arthrose. Le traitement des laxités chroniques fait appel aux reconstructions ligamentaires dans un premier temps, puis à l'arthrodèse lorsque l'arthrose s'est développée. Si les laxités du ligament latéral interne sont les plus fréquentes et les plus invalidantes, celles du ligament latéral externe existent aussi et peuvent être traitées, soit par plastie d'avancement capsuloligamentaire [6], soit par ligamentoplastie.

Ligamentoplasties de reconstruction du ligament latéral interne

Les techniques de ligamentoplastie sont, soit passives, soit actives. La technique de Sakellarides [35, 40] est une technique de reconstruction active, utilisant un dédoublement du court extenseur du pouce, désinséré en distal de la 1re phalange et passé dans un tunnel transosseux à la base de cette 1re phalange, avant d'être réinséré sur le moignon du ligament latéral interne.

Nous préférons laisser intact l'appareil extenseur et utiliser la technique de reconstruction passive de Littler

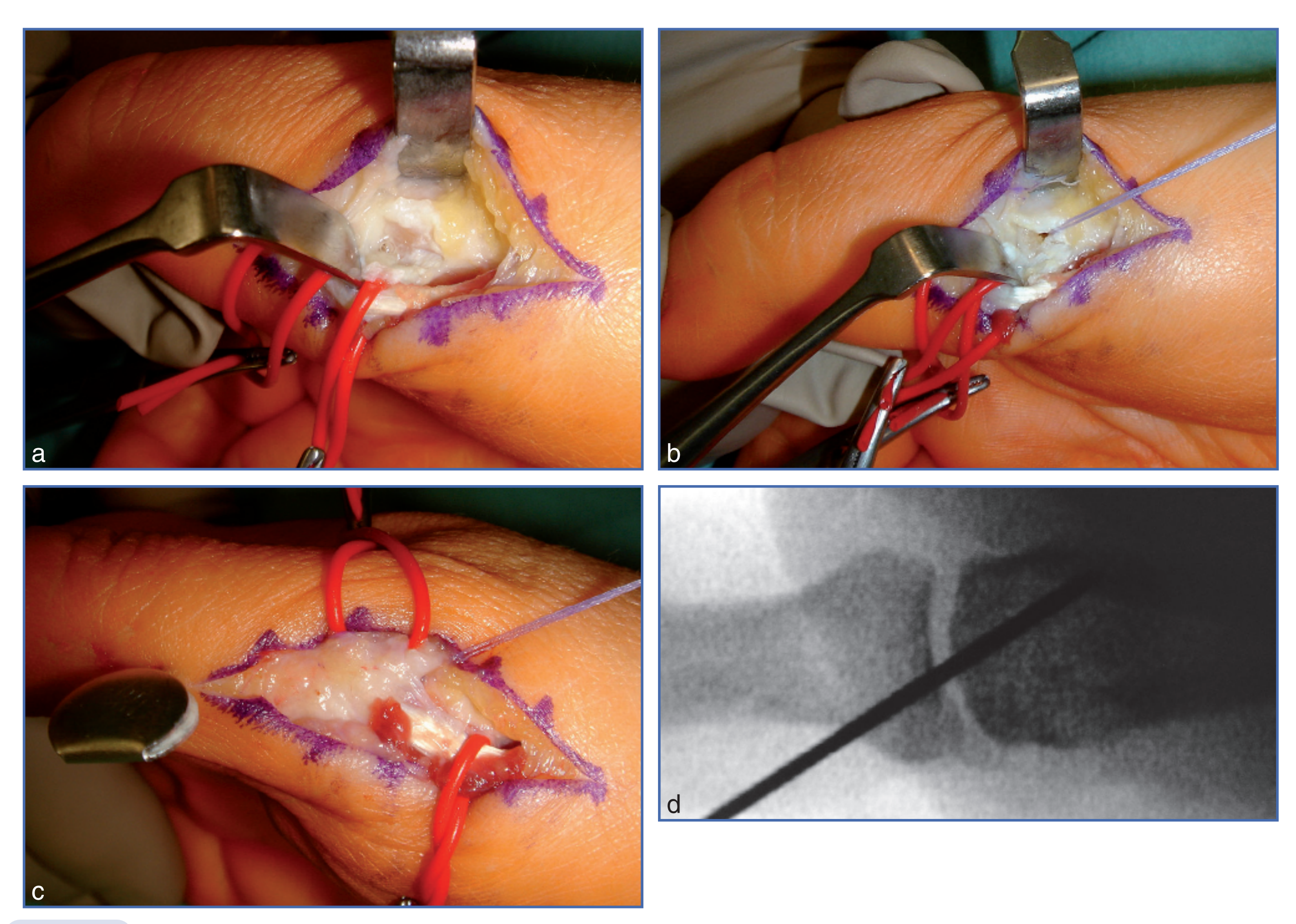
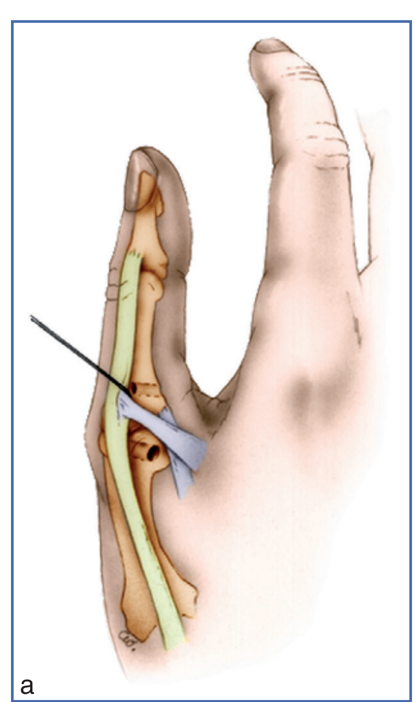


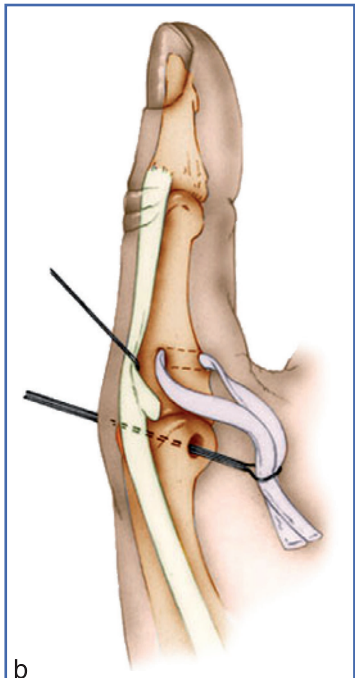
Figure 5.10

Entorse grave de la MP par rupture du ligament latéral externe au niveau de la tête du métacarpien.
a. Le court fléchisseur et le court abducteur sont réclinés pour accéder à la face externe de la tête du premier métacarpien. La rupture du ligament est totale ainsi que la rupture de la capsule dorsale.
b. Introduction d'une ancre résorbable Minilock-Mitek® pour fixer le ligament latéral externe.
c. La capsule dorsale est fixée par une ancre Microfix-Mitek®.
d. Les réparations sont protégées par une broche d'arthrodèse temporaire de 12/10 fixant la MP à 10° de flexion.

[15]. Son principe est la reconstitution, grâce à des tunnels transosseux, de l'anatomie et de la physiologie du ligament latéral interne. L'abord est identique à celui de la chirurgie primaire, respectant le nerf collatéral ulnaire dorsal du pouce. L'incision doit être assez longue pour exposer la base de la 1re phalange et le col du 1er métacarpien. La dossière est partiellement incisée au niveau de ses fibres obliques sur le bord ulnaire du long extenseur du pouce, puis récliné. Le ligament latéral interne est exposé, ses reliquats proximaux et distaux réséqués. Les surfaces articulaires sont examinées, la découverte peropératoire d'une arthrose pouvant imposer l'arthrodèse définitive. Un tunnel antéropostérieur est creusé à la face interne et proximale de la 1re phalange (figure 5.11a). Les deux orifices réalisés à l'aide d'une mini-fraise sont reliés entre eux en prenant garde de ne pas être en intra-articulaire et de préserver un pont osseux solide. Un deuxième tunnel est creusé dans le col du 1er métacarpien dans un plan transversal perpendiculaire au précédent. La pointe carrée fait saillie sous la peau à la partie radiale du col du métacarpien. Une petite incision à la lame de bistouri permet de l'extérioriser. Les deux tunnels sont agrandis à la curette pour admettre le greffon tendineux, en particulier le tunnel métacarpien qui devra accepter le passage de deux brins tendineux. Le greffon tendineux idéal est le petit palmaire, prélevé au stripper de Brandt. En cas d'absence de ce dernier, il faut choisir le plantaire grêle, un extenseur d'orteil ou la moitié du grand palmaire.

Le greffon est passé dans le tunnel phalangien, ce trajet constituant la base d'un triangle dont la pointe est l'orifice ulnaire du tunnel métacarpien. Les deux brins sont réunis et passés à travers le métacarpien pour ressortir à la peau (figure 5.11b). Cette technique a l'avantage de permettre





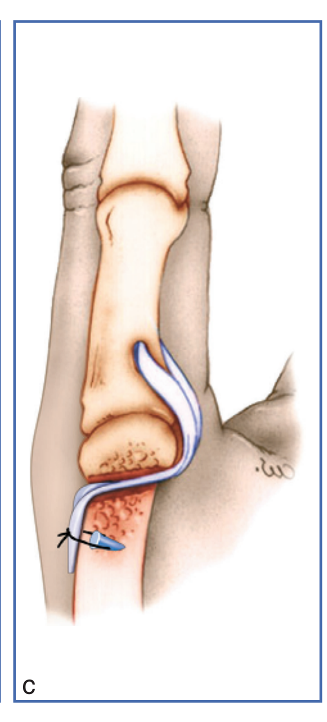


Figure 5.11

Laxité chronique du ligament latéral interne de la MP du pouce : ligamentoplastie de reconstruction selon Littler.
a. Deux tunnels sont creusés, l'un antéropostérieur dans la base de la première phalange, le deuxième perpendiculaire au précédent à travers le col de M1.
b. Le greffon tendineux est passé à travers P1, les deux brins sont introduits dans le tunnel métacarpien, formant un triangle à base distale.
c. Le réglage de la tension de la ligamentoplastie est confié à une ancre résorbable Minilock-Mitek®.

le réglage de la tension de la ligamentoplastie en fin d'intervention pour stabiliser la métacarpophalangienne en inclinaison latérale et dans un plan dorsopalmaire. Les deux extrémités du tendon sont fixées sur la face latérale du métacarpien à l'aide d'une ancre résorbable Minilock-Mitek® (figure 5.11c).

La dossière est suturée au PDS 3/0 en fléchissant l'IP du pouce. Une broche d'arthrodèse temporaire métacarpophalangienne peut être placée à 10° de flexion pour protéger la réparation ligamentaire. Il convient de la mettre en place sous contrôle de la vue, afin d'éviter de léser la ligamentoplastie. L'immobilisation et les suites opératoires sont les mêmes que pour la réparation en urgence avec une orthèse thermomalléable pendant 6 semaines, puis une rééducation prolongée. La perte de flexion métacarpophalangienne est fréquente, mais sur la 1re colonne, le résultat fonctionnel en stabilité l'emporte largement sur la mobilité (figure 5.12).

Les ligamentoplasties sont indiquées dans les laxités chroniques du ligament latéral interne ou externe, sans arthrose, en fonction du degré de laxité, de la douleur, de la perte de force et du métier du patient. Chez le travailleur manuel lourd, la ligamentoplastie se détend fréquemment avec le temps et l'arthrodèse doit être discutée en première intention. Devant une rupture vue au-delà du dixième jour, il ne faut pas hésiter à pratiquer d'emblée une ligamentoplastie car l'appareil ligamentaire est alors déliquescent, rétracté et ses qualités mécaniques altérées.

Capsuloplastie d'avancement et ligamentoplastie de reconstruction du ligament latéral externe

Dans les instabilités chroniques anciennes, Coyle [6], reprenant un ancien concept, mobilise selon le lieu de rupture, en distal ou en proximal, un lambeau capsuloligamentaire débarrassé du tissu cicatriciel et le fixe en transosseux. Il a exclu de cette série 16 % des cas qui relevaient directement d'une ligamentoplastie, faute d'un capital tissulaire suffisant. Cette technique a permis de supprimer la douleur dans 87 % des cas, 92 % des opérés avaient une pince et un serrage normal et 79 % un secteur de mobilité normal. Notre expérience confirme cette étude, contrairement aux réparations tardives du ligament latéral interne qui échouent, le complexe ligamentaire latéro-externe qui est soumis à moins de contraintes peut être mobilisé et réinséré secondairement pour réduire les instabilités. Nous avons simplifié

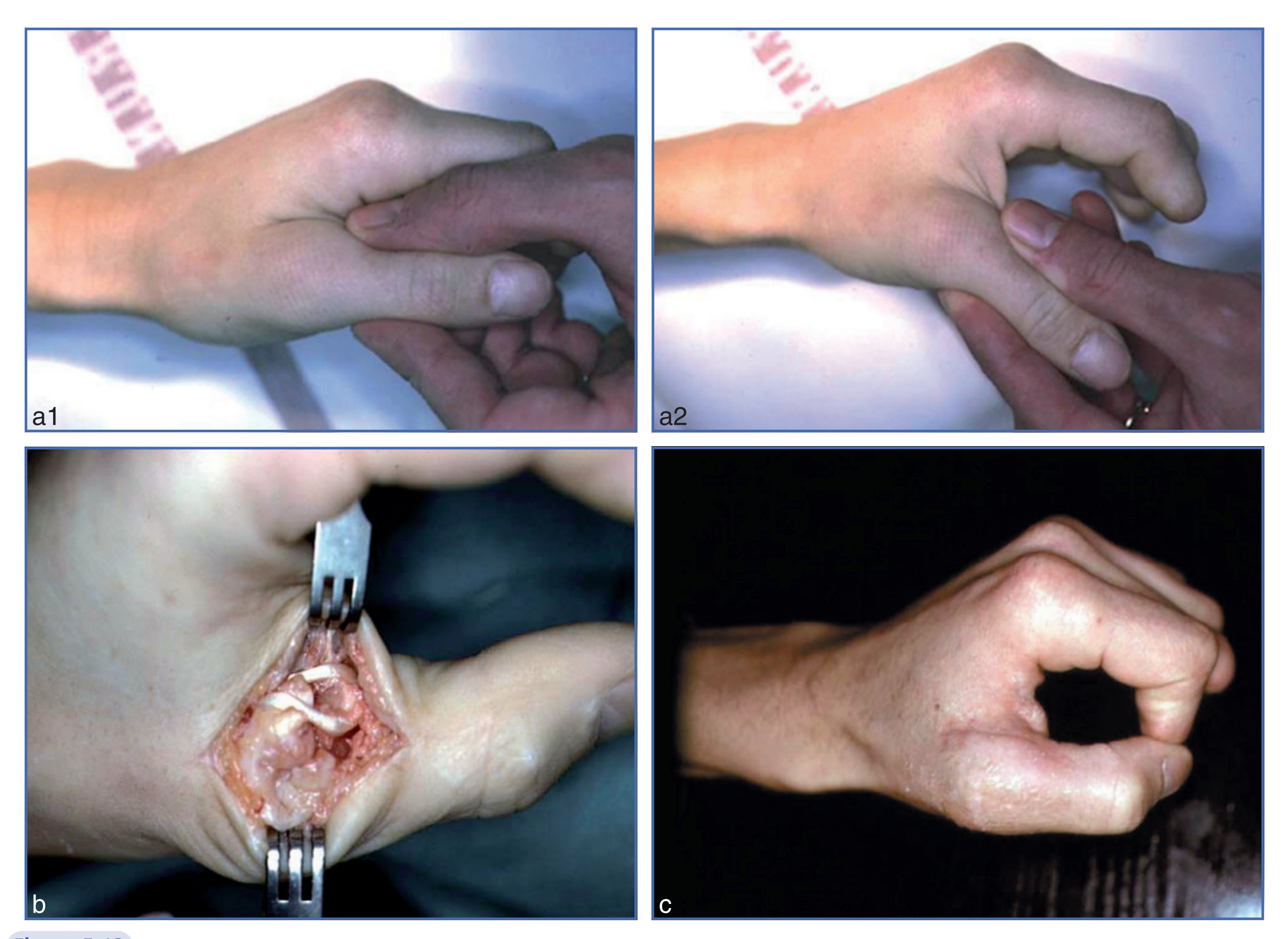


Figure 5.12

Ligamentoplastie selon Littler.
a. Test de laxité chronique du ligament latéral interne de la MP du pouce.
b. Le petit palmaire est passé en transosseux dans la base de P1 puis transversalement dans l'axe de la tête du premier métacarpien.
c. Résultat à 3 mois, avec une pince pouce-index stable.

la technique en fixant le lambeau capsuloligamentaire avec une ou deux ancres Minilock-Mitek®. Systématiquement, une broche d'arthrodèse bloque la MP à 10° de flexion en veillant à ce que la luxation palmaire ait été bien réduite et ce pour 6 semaines.

Dans les instabilités sévères et chez un travailleur manuel, nous préférons la ligamentoplastie qui est réalisée à l'identique de celle du ligament latéral interne selon Littler [15], en utilisant de préférence le petit palmaire. Catalano [5] obtient les mêmes résultats fonctionnels en comparant la réparation primaire de lésions aiguës avec une série de ligamentoplasties opérées tardivement. Quelle que soit la méthode, il subsiste quelques degrés de déficit d'extension et une dizaine de degrés en flexion. La ligamentoplastie ne doit pas être trop tendue et les deux orifices osseux réalisés à la base de la première phalange doivent être minutieusement placés afin que la greffe tendineuse puisse travailler en isométrie.

Arthrodèse de la métacarpophalangienne du pouce

Ce sujet est également abordé dans le chapitre 2 du volume 2.

Réservée aux instabilités chroniques avec dégénérescence arthrosique, l'arthrodèse est réalisée par voie externe dorsoradiale, si la décision a été prise en préopératoire. En cas de décision prise au cours d'une ligamentoplastie en raison de la découverte d'une arthrose, l'intervention sera poursuivie par voie ulnaire, elle en sera plus délicate.

L'arthrodèse est réalisée à 10 ou 15° de flexion, avec une légère pronation pour favoriser l'affrontement des pulpes du pouce et de l'index. Les surfaces articulaires sont réséquées de manière modérée au ciseau à os ou à la scie oscillante. La stabilisation fait appel à deux broches en croix complétées par un cerclage, ce qui autorise la mobilisation immédiate. L'appareil extenseur est soigneusement reconstitué en fin d'intervention. La mobilisation post-opératoire

de l'interphalangienne est essentielle. La consolidation osseuse est obtenue à la fin du deuxième mois, ce qui autorise l'ablation du matériel de synthèse

Luxations de l'articulation métacarpophalangienne du pouce

Luxations postérieures

Dans sa description magistrale de 1876, Farabeuf distingue trois types de luxation postérieure (figure 5.13) :

- la luxation simple incomplète ;
- la luxation simple complète ;
- la luxation complexe.

Anatomopathologie

La base de la première phalange est solidaire du fibrocartilage glénoïdien qui contient les deux os sésamoïdes unis entre eux par la sangle sésamoïdienne. Sur les sésamoïdes viennent s'insérer les ligaments latéraux accessoires.

Au cours de l'hyperextension métacarpophalangienne, la première phalange entraîne l'ensemble fibre-cartilage-sésamoïde en arrière de la tête du premier métacarpien. La rupture de la plaque palmaire est habituellement proximale, emportant l'ensemble des sésamoïdes et de leur sangle, cependant cette rupture peut survenir aussi à travers les os sésamoïdes ou plus distalement.

Au cours de la luxation simple complète, la tête du métacarpien s'engage dans une boutonnière limitée, en dedans par l'adducteur et le long fléchisseur du pouce, en dehors par le court fléchisseur du pouce. La sangle sésamoïdienne est en contact direct et étroit avec la face dorsale du col du métacarpien. Ainsi s'explique le danger des manœuvres de réduction maladroite. La mise en flexion initiale de la phalange ferme la boutonnière et peut entraîner l'irréductibilité de la luxation. En revanche, l'hyperextension initiale de la phalange ouvre la boutonnière par relâchement des muscles thénariens et permet de faire passer la sangle sésamoïdienne en dessous de la tête du métacarpe puis de réduire la luxation.

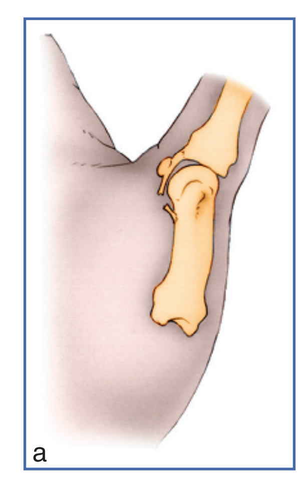
On peut également faciliter l'ouverture de la boutonnière par la flexion de l'articulation interphalangienne du pouce et la flexion du poignet ce qui détend le long fléchisseur du pouce [8]. Exceptionnellement, celui-ci peut être luxé en dehors de la tête métacarpienne. Dans ce type de traumatisme, les ligaments latéraux interne et externe sont le plus souvent intacts et les fractures exceptionnelles.

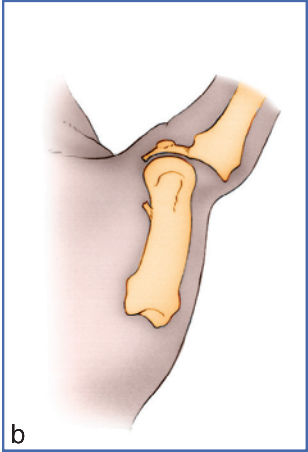
Luxation simple incomplète

Le mécanisme est l'hyperextension forcée par traumatisme direct de la face palmaire du pouce.

La première phalange est en position de subluxation sur la moitié postérieure de la tête du premier métacarpien. Il persiste un contact articulaire entre la base phalangienne et la tête métacarpienne, la sangle sésamoïdienne ayant franchi le rebord articulaire antérieur de la tête métacarpienne.

La luxation simple incomplète est rare, favorisée semble-t-il par une forme particulière de la tête métacarpienne, possédant deux versants antérieur et postérieur séparés par une ligne transversale [37].





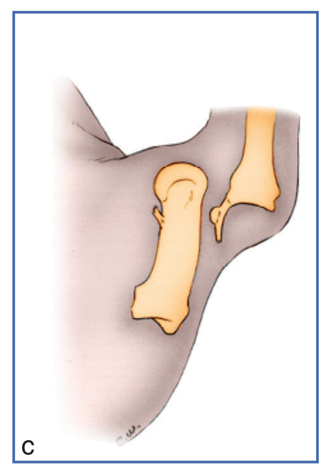


Figure 5.13

Les trois types de luxation postérieure de la MP du pouce (d'après Farabeuf).
a. Luxation simple incomplète.
b. Luxation simple complète.
c. Luxation complexe.

Cliniquement, la phalange forme un angle obtus par rapport au métacarpien. L'impotence fonctionnelle est complète avec l'apparition d'un œdème rapide et une tête métacarpienne que l'on peut palper en avant. La radiographie confirme le diagnostic. La réduction est facile par traction de la première phalange dans l'axe du premier métacarpien, la sangle sésamoïdienne reprenant aisément sa position initiale.

Les tests de stabilité latérale confirment l'intégrité des ligaments latéraux et le traitement sera l'immobilisation pour quatre semaines. Il est rare que l'existence d'une instabilité latérale impose une intervention chirurgicale.

Luxation simple complète

Il s'agit de la forme anatomique la plus fréquente où la base de la première phalange est déportée en arrière de la tête du métacarpien. Les sésamoïdes ont suivi la phalange et reposent sur la tête du métacarpien par leur surface cartilagineuse. La sangle sésamoïdienne reste cependant en avant de la phalange.

Cliniquement, la déformation est évidente avec un pouce en Z, c'est-à-dire une phalange à angle droit par rapport au métacarpien et une flexion de l'interphalangienne (figure 5.14). L'impotence fonctionnelle est totale avec un œdème de progression rapide. La tête métacarpienne est, au début, aisément palpable en sous-cutané au niveau de la face palmaire. Le bilan radiographique montre la luxation avec des rapports normaux conservés entre la phalange et les os sésamoïdes.

La réduction s'effectue sous anesthésie locorégionale. Il s'agit d'une manœuvre précise, parfaitement décrite par Farabeuf, pour éviter l'incarcération des sésamoïdes. Elle comprend une légère traction et surtout une pression postérieure sur la phalange suivant l'axe du premier métacarpien. Il convient de garder la phalange à angle droit par rapport au métacarpien ainsi que le contact entre la phalange et le métacarpien. Ceci permet d'ouvrir la boutonnière et autorise le passage vers l'avant de la sangle sésamoïdienne puis de la phalange. Une fois la réduction obtenue, les tests de stabilité sont réalisés de manière bilatérale et comparative en extension et en flexion métacarpophalangienne.

Le traitement orthopédique est indiqué en cas de stabilité latérale. En revanche la rupture d'un ligament latéral interne ou externe impose l'intervention chirurgicale.

L'attitude thérapeutique est alors celle d'une entorse grave du ligament latéral interne ou externe. Une radiographie de contrôle vérifie systématiquement la qualité de la réduction. Il est prudent de réaliser une arthrodèse temporaire de la MP à 10° de flexion pendant 4 semaines.

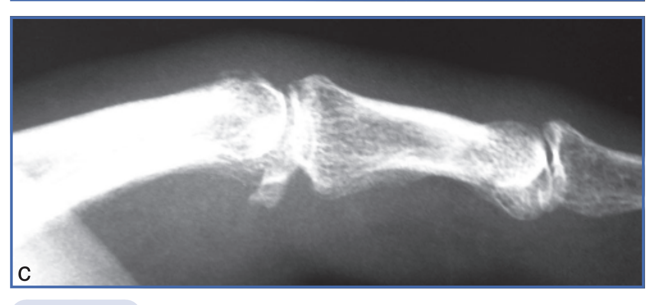


Figure 5.14

Luxation postérieure de la MP du pouce. Forme simple complète.
a, b. Aspect radiologique (pouce en Z).
c. Après réduction, on observe au voisinage de la plaque palmaire de petits fragments osseux témoignant de son arrachement. Le risque d'enraidissement est élevé.

Luxation complexe

La luxation complexe résulte de manœuvres intempestives au cours de tentative de réduction. Les sésamoïdes avec le fibrocartilage glénoïdien sont incarcérés en arrière de la phalange sur le col métacarpien. Les sésamoïdes sont au contact de la face dorsale du métacarpien mais par leur face non cartilagineuse.

Cliniquement, la déformation est moins marquée que dans la luxation complète simple, car métacarpien et phalange sont dans le prolongement l'un de l'autre. Le pouce est habituellement très douloureux et œdématié du fait des multiples manœuvres précédentes. Il paraît raccourci. L'hyperextension est possible mais la flexion métacarpophalangienne est impossible. Le bilan radiographique confirme la luxation avec les sésamoïdes en position dorsale sur le col du métacarpien et retournés.

Sous anesthésie locorégionale, la tentative de réduction orthopédique consiste à remettre la première phalange à 90° par rapport au métacarpien. Ceci vise à replacer la plaque glénoïdienne et les sésamoïdes en avant de la phalange et ainsi revenir dans le cadre de la luxation simple complète.

Cependant, la réduction orthopédique est impossible lorsque les sésamoïdes sont incarcérés ou en cas d'interposition capsulaire ou musculaire (long fléchisseur du pouce). L'indication chirurgicale est dans ce cas impérative.

La voie d'abord est latérale interne ou externe. La sangle intersésamoïdienne est sectionnée et les éléments interposés libérés. La luxation est réduite puis la sangle sésamoïdienne suturée. Les tests de stabilité latérale recherchent une éventuelle rupture d'un ligament latéral qui sera alors réparé.

Luxations antérieures

Les luxations antérieures de l'articulation métacarpophalangienne du pouce représentent 10 % des luxations métacarpophalangiennes. Elles surviennent au cours d'un traumatisme direct dorsal de la première phalange, sur une articulation métacarpophalangienne fléchie.

La luxation antérieure s'accompagne d'une rupture des structures dorsales, capsule dorsale et dossière de l'appareil extenseur. Il existe un équivalent de boutonnière, la tête du métacarpien s'engageant entre le court extenseur en dehors et le long extenseur en dedans. La plaque glénoïdienne et les sésamoïdes restent habituellement intacts, de même que les ligaments latéraux. L'articulation métacarpophalangienne est donc stable latéralement.

Cliniquement, la déformation est nette, la tête métacarpienne étant perçue en sous-cutané sur la face dorsale et la première phalange faisant saillie en avant. On note une hyperextension de la deuxième phalange. Le bilan radiographique confirme le diagnostic et note si le déplacement est purement antérieur ou s'il existe une désaxation latérale associée antéro-interne ou antéro-externe.

Sous anesthésie locorégionale, la réduction de cette luxation se fait par traction douce dans l'axe de la colonne du pouce. La radiographie de contrôle confirme la réduction, elle sera suivie des tests de stabilité. La tendance à la subluxation antérieure impose la réparation chirurgicale des éléments dorsaux lésés, soit par suture au PDS 3/0, soit à l'aide d'ancres résorbables Microfix-Mitek®. Rarement, l'incarcération des structures dorsales entraîne l'irréductibilité de la luxation, nécessitant une réduction chirurgicale (figure 5.15).

Dans tous les cas, l'immobilisation est de quatre semaines après traitement orthopédique ou chirurgical, à l'aide d'une orthèse statique laissant libre l'IP du pouce. Si au-delà de la sixième semaine, une raideur en extension subsiste, il est conseillé de faire porter dans la journée une orthèse dynamique d'enroulement de la MP.

Entorses et luxations des articulations interphalangiennes proximales des doigts longs

Anatomie et physiologie de l'articulation interphalangienne proximale

La stabilité de l'articulation interphalangienne proximale, qui est de type trochléenne, est assurée par la capsule articulaire renforcée par les ligaments latéraux interne et externe, la plaque palmaire et la gaine des fléchisseurs, la bandelette médiane, les bandelettes latérales ainsi que le ligament triangulaire de l'appareil extenseur.

Les ligaments latéraux forment un éventail depuis la tête de la première phalange jusqu'à la base de la deuxième phalange et les bords latéraux de la plaque palmaire (figure 5.16). Le faisceau principal est tendu entre la première et la deuxième phalange avec une insertion sur l'extrémité distale de la plaque palmaire. Le faisceau accessoire s'étend de la première phalange au bord latéral de la plaque palmaire et à la gaine fibreuse des fléchisseurs. Les ligaments latéraux assurent la stabilité latérale de l'articulation aussi bien en flexion qu'en extension.

La plaque palmaire correspond à l'épaississement de la partie antérieure de la capsule articulaire. Elle s'insère sur la deuxième phalange en distal et sur le col de la première phalange en proximal. Lors de la flexion articulaire, la plaque palmaire glisse sur les condyles et se plicature en proximal. En extension, la mise sous tension de la plaque palmaire évite le *recurvatum* articulaire (figure 5.16).

La gaine des fléchisseurs est en continuité avec les ligaments latéraux et permet de renforcer l'insertion de la plaque palmaire sur la deuxième phalange. La jonction de ces trois éléments, ligaments latéraux, plaque palmaire et gaine fibreuse des fléchisseurs représente la clé de la stabilité de l'interphalangienne proximale [10]. Si ces trois éléments demeurent intacts, aucune luxation n'est possible.

Figure 5.15

Luxation antérieure de la MP du pouce.
a. Vue radiographique, la luxation est compliquée par une fracture de la base de P2.
b. Après réduction, l'articulation est instable sur le plan antéropostérieure et sur les deux côtés.
c. La tête du premier métacarpien a rompu toutes ses attaches capsuloligamentaires.
d. Réparation des éléments ligamentaires par une double voie d'abord, les ligaments collatéraux sont réinsérés par Minilock-Mitek® et la capsule dorsale par Microfix-Mitek®. Une broche d'arthrodèse de 12/10 stabilise la MP à 10° de flexion pour 4 semaines.

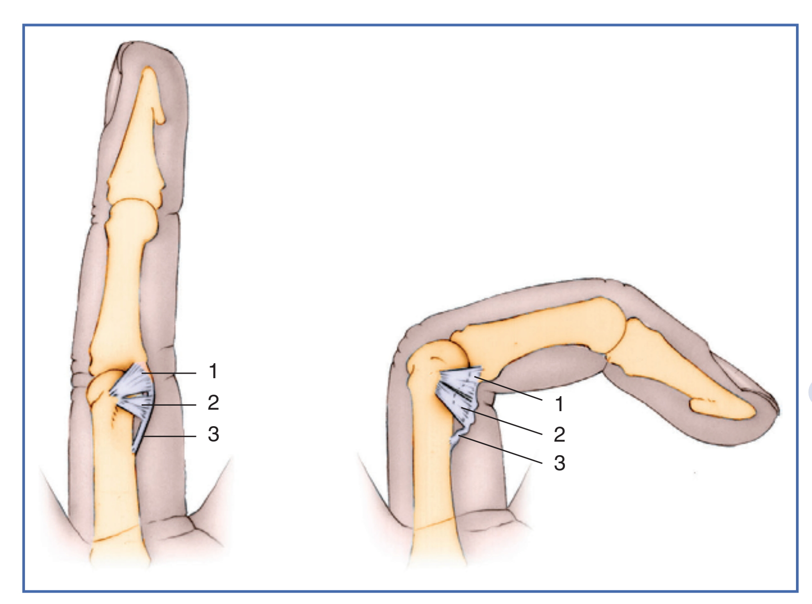


Figure 5.16

Les ligaments latéraux de l'articulation interphalangienne proximale des doigts.
Le faisceau principal (1) se termine sur la base de P2 et la partie distale de la plaque palmaire (3). Le faisceau accessoire (2) s'insère sur le bord latéral de la plaque palmaire. La plaque palmaire se plicature en flexion, et se tend en extension.

Entorses

Entorses latérales

Les entorses latérales surviennent préférentiellement sur les 4e et 5e doigts [1]. Le traumatisme est un choc indirect latéral (ballon…) sur un doigt en extension.

L'articulation est œdématiée avec un hématome. La douleur et l'impotence fonctionnelle restent modérées. La laxité articulaire est toujours peu importante en raison de l'intégrité de la plaque palmaire. Le bilan radiographique montre parfois un petit arrachement osseux à la base latérale de la deuxième phalange, témoin de la lésion ligamentaire.

Le traitement chirurgical est d'indication exceptionnelle : arrachement d'un volumineux fragment osseux, alors véritable fracture articulaire, ou laxité latérale majeure, témoin de lésions beaucoup plus étendues. Le traitement est orthopédique : mise en place d'un compressif avec attelle postérieure durant les 48 premières heures si les douleurs sont importantes, puis mobilisation du doigt en syndactylie pendant quinze jours. La syndactylie assure la stabilité et la mobilité articulaire grâce à la solidarisation des deux doigts voisins, elle permet la cicatrisation ligamentaire sans compromettre la mobilité normale du doigt (figure 5.17).

Entorses de la plaque palmaire

Les entorses de la plaque palmaire représentent le traumatisme articulaire le plus fréquent de la main. Résultant d'un mécanisme d'hyperextension, elles se rencontrent en particulier lors de la pratique des sports de ballon (hand-ball, volley-ball, basket).

Figure 5.17

Entorse latérale de l'IPP de l'index traitée par syndactylie avec le majeur.
a, b. Le doigt voisin est la meilleure orthèse dynamique.
c. Les deux anneaux de Velcro® sont placés sur P1 et P2. Noter la couture palmaire des anneaux qui assure un strict parallélisme des doigts.

Figure 5.18

Entorse palmaire de l'articulation interphalangienne proximale (IPP).
a. Petit arrachement osseux à la base de P2.
b. Aspect clinique d'une entorse IPP du majeur, l'œdème persistera plusieurs mois.
c, d. Traitement par mobilisation précoce sous protection d'une orthèse « dorsale stop ». Le majeur est mobilisé en syndactylie avec l'index et solidarisés par deux Velcro®.
e. En dehors des périodes de mobilisation active, les articulations IP sont maintenues en extension contre l'orthèse à l'aide d'une bande Velcro® afin d'éviter l'enraidissement en flexion.

Le tableau clinique associe hématome, douleur vive et impotence fonctionnelle du doigt. L'hématome, souvent volumineux, diffuse à la face palmaire à partir de l'interphalangienne proximale. L'examen clinique est rendu difficile par la douleur. On peut cependant noter la majoration de celle-ci à l'hyperextension et l'absence de laxité latérale.

Le bilan radiographique retrouve un petit fragment osseux chez 30 à 40 % des patients au niveau de la base de la deuxième phalange, traduisant l'arrachement de la plaque palmaire (figure 5.18). Exceptionnellement, il s'agit d'un volumineux fragment osseux qui correspond alors à une véritable fracture articulaire dépassant le stade de l'entorse. L'existence d'un fragment osseux supérieur au tiers

de la surface articulaire, avec ou sans subluxation dorsale, impose un traitement chirurgical. L'intervention permet de réinsérer ce fragment, reconstituant l'intégrité de la surface articulaire et stabilisant la plaque palmaire qui lui est solidaire. L'abord est palmaire, la fixation fait appel soit à des petites broches de Kirschner, soit à une microvis de 1 mm.

Alors que l'on pourrait appréhender le risque de laxité en hyperextension dans les suites d'une lésion de la plaque palmaire, c'est le risque de raideur qui l'emporte. La cicatrisation de la plaque palmaire se fait spontanément avec une tendance à la rétraction, donc un enraidissement de l'interphalangienne proximale en flexion. Différentes études cliniques [28, 31] ont montré la supériorité de la mobilisation précoce sur l'immobilisation stricte de trois à quatre semaines. Lorsque la radiographie révèle la présence d'un petit arrachement osseux, l'attitude doit rester identique, c'est-à-dire la mobilisation précoce.

La séquence thérapeutique suivante peut être proposée (figure 5.18) :

- un compressif avec une attelle pendant 48 heures, en cas d'hématome volumineux, de douleur intense et d'impotence totale, de manière à résorber l'hématome post-traumatique ;
- puis est mise en place une orthèse statique *dorsal stop* qui place les MP en flexion à 30°, les articulations interphalangiennes sont maintenues contre l'orthèse en extension à l'aide d'une bande Velcro®. Le doigt lésé est mis en syndactylie avec le doigt voisin sain. Toutes les heures le patient se libère de la bande Velcro® pour mobiliser activement le doigt en flexion et ceci pendant trois à quatre semaines. La mobilisation est ensuite libre, la pratique du sport pouvant reprendre après six semaines. Même après mobilisation précoce, un défaut d'extension de l'interphalangienne proximale peut apparaître par rétraction de la plaque palmaire. La prise en charge en rééducation est alors indispensable pour ne pas voir s'installer un flexum de l'interphalangienne proximale avec un tableau de pseudoboutonnière dont le traitement est long, difficile et décevant (figure 5.19). La rééducation associe mobilisation passive et active, physiothérapie, orthèses dynamiques d'extension de l'interphalangienne proximale par lames ou bas-profil et flexion active interphalangienne distale pour activer les bandelettes latérales.

Dans tous les cas, le patient sera prévenu des séquelles classiques de toute entorse digitale : persistance quasi définitive d'une augmentation de volume articulaire, douleur chronique et intolérance au froid pendant au moins un an.

Figure 5.19

Les raideurs séquellaires en flexion ou en extension seront traitées par :
a. Orthèse dynamique mixte avec lame de Levame amovible d'extension.
b. Bande d'élastique d'enroulement global.

Luxations des articulations interphalangiennes proximales des doigts longs

Trois types de déplacement sont possibles :

- la luxation dorsale;
- la luxation latérale;
- la luxation palmaire.

Luxation dorsale

De loin la plus fréquente des luxations interphalangiennes proximales, la luxation dorsale s'accompagne d'une désinsertion de la plaque palmaire sur la base de la deuxième phalange et d'une déchirure complète ou incomplète, voire d'une rupture d'un des ligaments latéraux, en fonction de l'importance du déplacement. Plus rarement, la plaque palmaire est rompue en proximal au niveau de ses freins.

Cliniquement, la déformation est évidente, intervenant après un choc violent en hyperextension (figure 5.20). Il existe habituellement une composante de rotation de la deuxième phalange par rapport à la première. La réduction est aisée, effectuée le plus souvent sans anesthésie sur les lieux de l'accident, ce qui explique que beaucoup de ces luxations soient vues tardivement au stade de séquelles.

Une fois la luxation réduite, le traitement dépend de la stabilité latérale et antéropostérieure de l'articulation. Le plus fréquemment, il n'y a aucune instabilité latérale et on note une légère hyperextension de 20 à 30 degrés de l'interphalangienne proximale [36]. Le traitement est alors identique à celui d'une entorse de la plaque palmaire, c'est-à-dire orthopédique avec mobilisation précoce. La protection par orthèse statique « dorsale stop » et mise en syndactylie autorisant la mobilisation précoce, ce qui est la meilleure méthode pour éviter l'enraidissement articulaire (figure 5.18).

Figure 5.20

Triple entorse dorsale traitée par orthèse statique « dorsale stop » et mise en syndactylie des quatre doigts longs.

Plus rarement, l'indication opératoire est posée devant l'absence de réduction satisfaisante ou l'existence d'une instabilité majeure avec reproduction de la luxation lors des mouvements actifs ou passifs. Il convient cependant d'être très prudent et économe dans les indications opératoires. La voie d'abord est antérieure selon Brunner. Le ligament rompu est suturé et la plaque palmaire réinsérée à l'aide d'une ancre Microfix-Mitek® ou fixée latéralement sur les ligaments collatéraux.

L'existence d'un volumineux arrachement osseux de la base de la deuxième phalange, supérieur au tiers de la surface articulaire, impose sa fixation chirurgicale. Celle-ci est parfois impossible. Eaton et Littler [11] ont proposé alors l'ablation du fragment osseux, avec mobilisation de la plaque palmaire pour combler la perte de substance articulaire. Actuellement on pratique une réinsertion-avancement à l'aide d'une ancre Microfix® (voir également le chapitre 7 : « Traitement des fractures luxations de l'IPP par distraction »).

La chirurgie de la plaque palmaire expose particulièrement au risque de raideur en flexion. Dans tous les cas, la rééducation est longue avec le port d'un appareillage dynamique d'extension pendant quatre mois minimum (figure 5.19).

Dans tous les cas, il faudra sélectionner le protocole thérapeutique qui autorise une mobilisation précoce en réalisant une syndactylie avec le doigt voisin, ce qui est la meilleure orthèse dynamique. Une orthèse statique « dorsale stop » empêche l'hyperextension. Arora *et al.* [2] ont montré à travers une série de 100 patients que la dégénérescence arthrosique post-traumatique survenait dans moins de 6 % des cas.

Luxations latérales

Le mécanisme de survenue est le choc latéral survenant sur un doigt en extension. Le ligament latéral principal est rompu avec une déchirure partielle de l'insertion distale de la plaque palmaire. Après réduction, l'étude de la stabilité articulaire différencie les articulations stables qui bénéficieront d'une mobilisation précoce et les articulations instables latéralement, justiciables d'une réparation chirurgicale du ligament collatéral (figure 5.21).

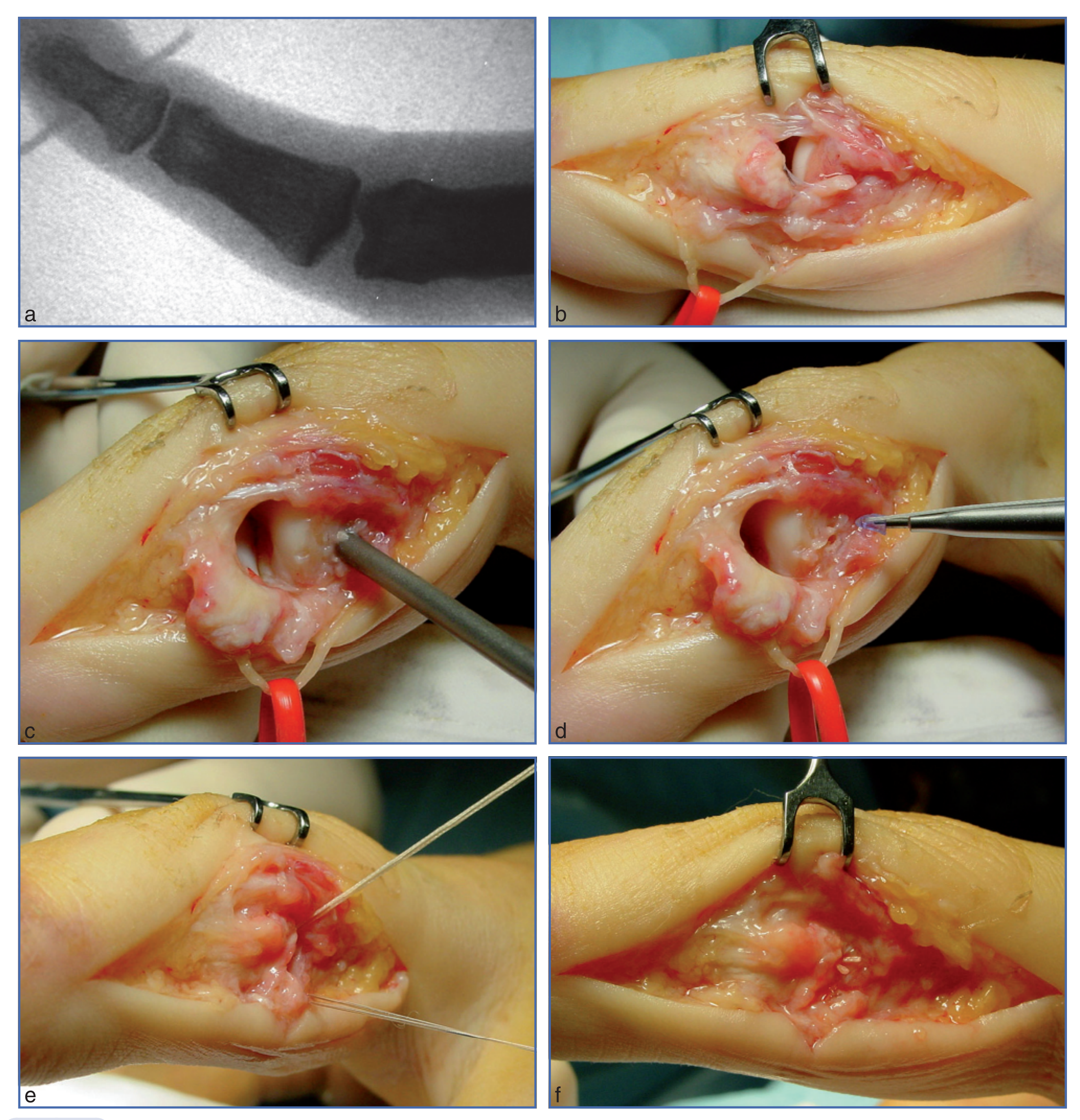


Figure 5.21

Luxation latérale de l'IPP avec rupture du ligament latéral externe et de la plaque palmaire.
a. Test sous amplificateur de brillance de l'instabilité.
b. Aspect des lésions par abord dorsolatéral de l'IPP.
c. Préparation de l'introduction de l'ancre résorbable Microfix-Mitek®, forage 1,3 mm.
d. L'ancre Microfix® va fixer le ligament principal.
e. La deuxième ancre va servir à fixer la plaque palmaire.
f. Aspect de la réparation qui autorise la mobilisation précoce en syndactylie sous la protection d'une orthèse statique « dorsale stop ».

Luxations palmaires

Ces lésions rares surviennent au cours d'un violent traumatisme en hyperflexion associé à une composante latérale. Il existe une désinsertion de la bandelette médiane du tendon extenseur avec rupture de la lame triangulaire et désinsertion partielle des fibres les plus dorsales du ligament collatéral principal [36]. La tête de la première phalange passe à travers les bandelettes latérales, formant ainsi une véritable boutonnière. Curieusement, malgré la sévérité des lésions tendineuses et capsuloligamentaires, leur diagnostic et leur prise en charge thérapeutique sont souvent tardifs, expliquant, en partie, un résultat fonctionnel incomplet [30].

Après réduction orthopédique, la stabilité est testée essentiellement en actif [12]. La persistance d'une bonne extension active correspond à des lésions limitées, en particulier l'absence de rupture de la lame triangulaire. Un traitement orthopédique peut être réalisé avec une immobilisation de l'interphalangienne proximale en extension jusqu'à cicatrisation de l'appareil extenseur. En revanche, la perte de l'extension active impose une intervention chirurgicale avec réinsertion de la bandelette médiane sur la deuxième phalange à l'aide d'une ancre Microfix® associée le plus souvent à une arthrodèse temporaire pour quatre semaines (figure 5.22). Le risque de déformation séquellaire en boutonnière est important et impose le port nocturne prolongé d'une orthèse dynamique d'extension interphalangienne proximale.

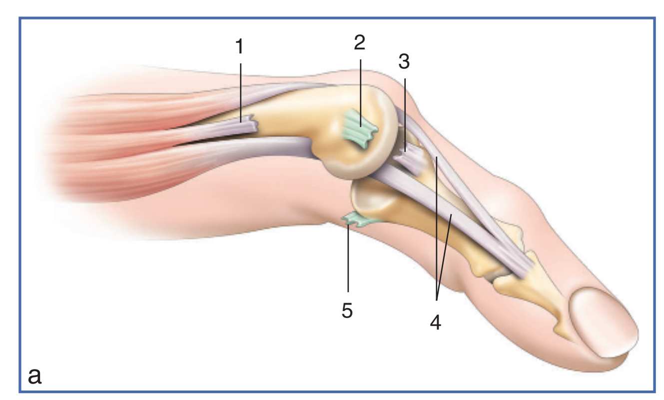


Figure 5.22

Mécanisme lésionnel des luxations palmaire.
a. La bandelette latérale est incarcérée dans l'articulation IPP empêchant toute réduction par manœuvre externe. La bandelette médiane est rompue. 1. Rétraction de la bandelette médiane rompue. 2. Ligament collatéral. 3. Insertion de la bandelette médiane de l'extenseur. 4. Bandelettes latérales. 5. Insertion distale du ligament collatéral.
b. Le condyle de P1 D5 passe entre la bandelette latérale et la bandelette médiane rompue.
c. Après réduction et réinsertion de la bandelette médiane, l'appareil extenseur est à nouveau en position anatomique.

Luxations métacarpophalangiennes des doigts longs

Traumatismes rares, les luxations métacarpophalangiennes des doigts longs méritent d'être connues afin d'éviter toute manœuvre intempestive entraînant l'irréductibilité de la luxation. La capsule articulaire des articulations métacarpophalangiennes est renforcée en avant par la plaque palmaire en continuité latéralement avec les ligaments transverses profonds, mais ne possède pas de frein comme l'interphalangienne proximale.

Luxations dorsales

C'est le deuxième rayon qui est touché préférentiellement avant le cinquième [12, 24, 37]. Il s'agit toujours d'un mécanisme d'hyperextension violent du doigt rompant la plaque palmaire en proximal. Le risque essentiel est l'incarcération de la plaquer entre la tête du métacarpien et la base de la première phalange. Au niveau de l'index, les fléchisseurs se positionnent sur le versant ulnaire du col métacarpien, restant dans la poulie A1, alors que le lombrical se déplace habituellement du côté radial. Au niveau de l'auriculaire, le court fléchisseur et le court abducteur du 5e doigt restent du côté ulnaire, les fléchisseurs se déplaçant sur le versant radial [8, 14].

Luxations dorsales incomplètes ou simples

La plaque palmaire reste en avant de la tête du métacarpien, permettant la réduction par manœuvre externe. Cliniquement, la métacarpophalangienne est en hyperextension de 60 à 80° avec une déviation en dehors de l'index et en dedans du 5e doigt. Le bilan radiographique de face peut être trompeur et ce n'est que de profil que l'on décèle un élargissement de l'espace métacarpophalangien.

La tentative de réduction est effectuée sous anesthésie locorégionale en évitant l'hyperextension métacarpophalangienne pour ne pas risquer d'incarcérer la plaque palmaire dans l'articulation, provoquant alors une luxation complexe irréductible. Le poignet est fléchi pour détendre les fléchisseurs et l'opérateur exerce une pression de dorsal en palmaire sur la base de la première phalange jusqu'à réduction. La mobilisation peut être précoce avec une orthèse limitant l'hyperextension.

Les luxations dorsales complètes ou complexes

La tête métacarpienne est palpable et fait saillie dans la paume de la main [8]. On note un raccourcissement du doigt. Le traitement est toujours chirurgical par une voie d'abord palmaire oblique, distale par rapport au pli palmaire distal. Il faut prendre garde aux paquets vasculonerveux qui sont tendus et exposés. Le geste essentiel est l'ouverture de la poulie A1 qui permet la réduction des tendons fléchisseurs. Il convient de bien explorer les surfaces articulaires à la recherche d'une fracture ostéochondrale. L'immobilisation est de 2 à 3 semaines, métacarpophalangienne fléchie (figure 5.23).

Luxations palmaires

Les luxations métacarpophalangiennes palmaires des doigts longs sont exceptionnelles. La réduction est toujours chirurgicale par voie dorsale permettant la libération des structures interposées, capsule articulaire dorsale ou plaque palmaire.

Conclusion

Les entorses et luxations des doigts sont une pathologie du quotidien considérées à tort comme bénignes. Elles nécessitent une prise en charge rigoureuse sur le plan diagnostic et thérapeutique, en insistant sur la surveillance du traitement orthopédique et son corollaire le port d'orthèses. Il est important d'éduquer le patient sur l'enjeu fonctionnel de la chaîne digitale lésée et l'informer sur les éventuelles séquelles en particulier sur l'œdème résiduel et la possibilité de raideur.

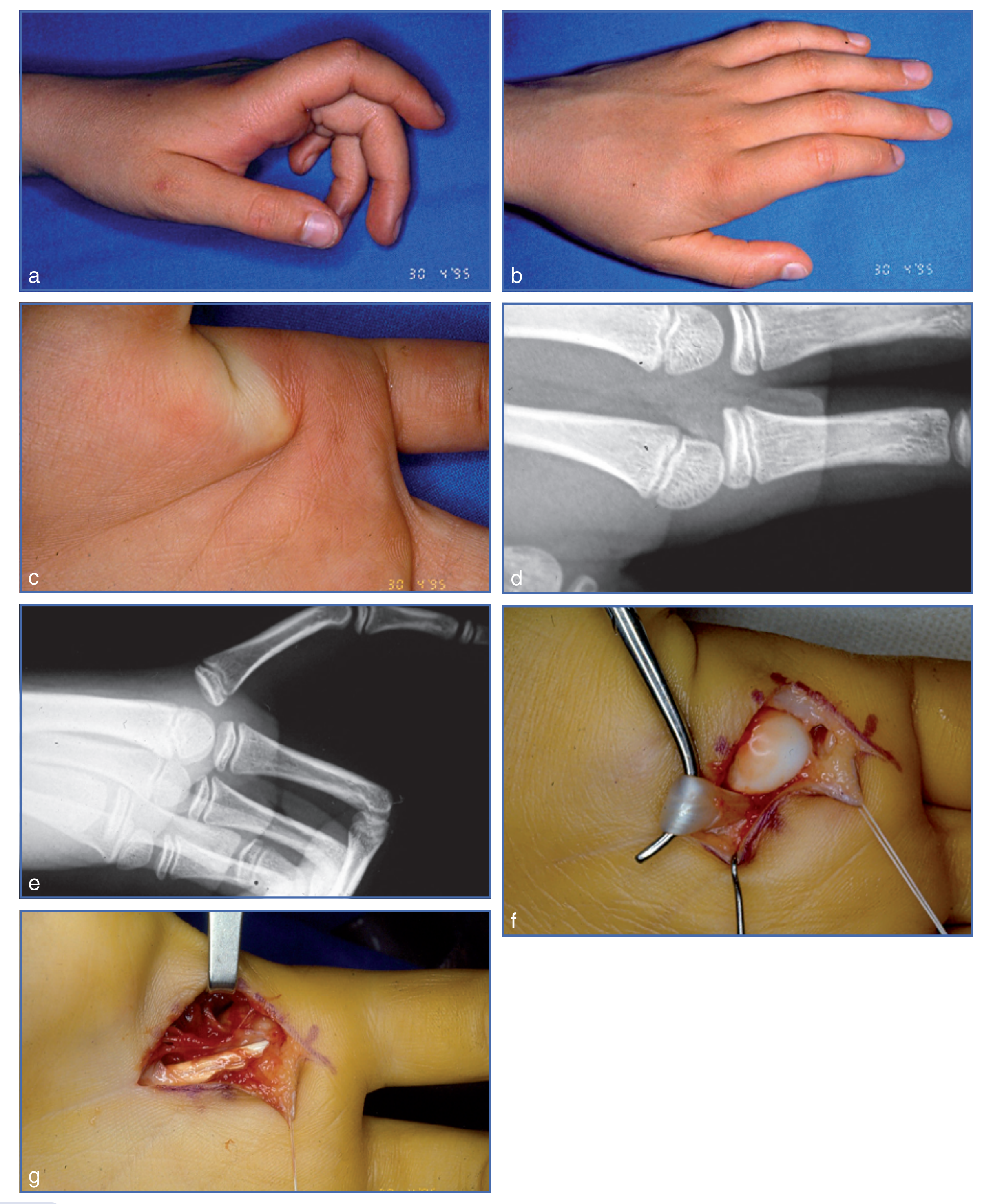


Figure 5.23

Luxation complexe dorsale de la métacarpophalangienne de l'index (observation du docteur Saint-Cast).

a. De profil, on note l'hyperextension modérée métacarpophalangienne et la légère flexion des interphalangiennes.
b. De face, raccourcissement apparent du doigt.
c. La tête métacarpienne fait saillie à la paume de la main, entraînant une pâleur ischémique.
d. La radiographie de face est difficile à interpréter. Les clichés de {3/4} sont plus démonstratifs.
e. La radiographie de profil rend le diagnostic évident.
f. Abord chirurgical palmaire retrouvant les fléchisseurs sur le bord ulnaire du col du deuxième métacarpien. Ouverture de la poulie A1 pour réduire les tendons fléchisseurs.
g. Vue chirurgicale après réduction.

Références

[1] Alnot JY, Leroy P. Entorse et luxation de la main et des doigts. Encycl Med Chir 1979 ; 14047 : D10–3 Appareil locomoteur, Paris.

[2] Arora R, Angerman P, Fritz D, et al. Dorsolateral dislocation of the proximal interphalangeal joint : closed reduction and early active motion versus static splinting. Handchir Microchir Plast Chir 2007 ; 39 : 225–8.

[3] Bunnell S. Surgery of the Hand. Philadelphia : Lippincott ; 1956 (3rd ed).

[4] Campbell B. Gamekeeper's thumb. J Bone Joint Surg 1955 ; 37B : 148–9.

[5] Catalano LW, Cardon L, Patenaude N, et al. Result of surgical treatment of acute and chronic grade III tears of the radial collateral ligament of the thumb metacar-pophalangeal joint. J Hand Surg 2006 ; 31A : 68–75.

[6] Coyle MP. Grade III radial collateral ligament injuries of the thumb metacarpophalangeal joint : treatment by soft tissue advancement and bony reattachment. J Hand Surg 2003 ; 28A : 14–20.

[7] Dinowitz M, Trumble T, Hanel D, et al. Failure of cast immobilization for thumb ulnar collateral ligament avulsion fractures. J Hand Surg 1997 ; 22A : 1057–62.

[8] Dray J, Eaton RG. Dislocations and ligament injuries in the digits. In : Green DP, editor. Operative Hand Surgery. vol. 1. : Churchill Livingstone ; 1993. p. 67–798.

[9] Durham JW, Khury S, Kim MH. Acute and late radial collateral ligament injuries of the thumb metacarpophalangeal joint. J Hand Surg 1993 ; 18A : 232–7.

[10] Eaton RG, Littler JW. Joint injuries and their sequelae. Clin Plast Surg 1976 ; 3 : 85–98.

[11] Eaton RG, Malerich MM. Volar plate arthroplasty of the proximal interphalangeal joint : a review of ten year's experience. J Hand Surg 1980 ; 5(3) : 260–8.

[12] Eaton RG. Lésions récentes et anciennes des ligaments des doigts. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main. vol. 2. Paris : Masson ; 1984. p. 751–70.

[13] Edelstein DM, Kardashian G, Lee SK. Radial collateral ligament injuries of the thumb. J Hand Surg 2008 ; 33A : 760–70.

[14] Gilbert A. Luxations métacarpo-phalangiennes chez l'enfant. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main. vol. 2. Paris : Masson ; 1984. p. 796–800.

[15] Glickel SZ, Malerich M, Pearce SM, et al. Ligament replacement for chronic instability of the ulnar collateral ligament of the metacarpal joint of the thumb. J Hand Surg 1993 ; 18 A : 930–41.

[16] Hahn P, Schmitt R, Kall S. Stener lesion yes or no ? Diagnosis by ultrasound. Handchir Mikrochir Plast Chir 2001 ; 33 : 46–8.

[17] Hergan K, Mittler C, Oser W. Ulnar collateral ligament : differentiation of displaced an nondisplaced tears with US and MR imaging. Radiology 1995 ; 194 : 65–71.

[18] Jones MH, England SJ, Muwanga CL, et al. The use of ultrasound in the diagnosis of injuries of the ulnar collateral ligament of the thumb. J Hand Surg 2000 ; 25 B : 29–32.

[19] Knobloch K, Vogt PM. Nordic pole walking injuries-nordic walking thumb as novel injury entity. Sportverletz Sportschaden 2006 ; 20 : 137–42.

[20] Lohman M, Vasenius J, Kivisaari A, et al. MR, imaging in chronic rupture of the ulnar collateral ligament of the thumb. Acta Radiol 2001 ; 42 : 10–4.

[21] Louis DS, Huebner JJ, Hanklin EM. Rupture and displacement of the ulnar collateral ligament of the metacarpophalangeal joint of the thumb. J Bone Joint Surg 1986 ; 68(9) : 1320–6.

[22] Marin Braun F, Merle M. Conduite à tenir devant une entorse de la métacarpo-phalangienne du pouce. Lettre chir 1985 ; 42 : 3–4.

[23] Massart P, Bezes H. L'entorse grave de la métacarpo-phalangienne du pouce au cours des accidents de ski. Ann Chir Main 1984 ; 3(2) : 101–12.

[24] May J, Rohrich RJ, Sheppard J. Closed complex dorsal dislocation of the middle finger metacarpophalangeal joint : anatomic considerations and treatment. Plast Recontr Surg 1984 ; 82(4) : 690–3.

[25] Melone CP, Beldner S, Basuk RS. Thumb collateral ligament injuries. An anatomic basis for treatment. Hand Clin 2000 ; 16 : 345–57.

[26] Merle M. La réparation primaire du ligament collatéral cubital de l'articulation métacarpo-phalangienne du pouce à l'aide du barb-wire de Jenning's. Ann Chir Main 1987 ; 6(2) : 170–2.

[27] Merle M, Duteille F, Rehart S, et al. Use of Mitek anchors in the digits. Tech Hand Up Extrem Surg 2004 ; 189–200 : .

[28] Moutet F, Massart P, Frere G. Intérêt de la mobilisation immédiate dans les arrachements de la plaque palmaire des interphalangiennes proximales. Ann Chir Main 1984 ; 3(3) : 221–6.

[29] Moutet F, Guinard D, Lebrun Ch, et al. Les entorses de la métacarpo-phalangienne du pouce : une expérience de plus de mille cas. Ann Chir Main 1989 ; 8(2) : 99–109.

[30] Peimer CA, Sullivan DJ, Wild DR. Palmar dislocation of the proximal interphalangeal joint. J Hand Surg 1984 ; 9A : 39–48.

[31] Phair IC, Quinton DN, Allen MJ. The conservative management of volar avulsion fractures of the P.I.P. joint. J Hand Surg 1989 ; 14(2) : 168–70.

[32] Rochet S, Gallinet D, Garbuio P, et al. Rupture of the thumb ulnar collateral ligament of the metacarpophalangeal joint : is it possible to operate according to the position of sesamoids on dynamic X-ray. Chir Main 2007 ; 26 : 200–5.

[33] Rotella JM, Urpi J. A new method of diagnosing metacarpophalangeal instabilities of the thumb. Hand Clin 2001 ; 17 : 45–60.

[34] Saffar P, Meriaux JL. Les entorses graves du ligament collatéral interne de la métacarpo-phalangienne du pouce. Rev Chir Orthop 1983 ; 69(supp. II) : 97–103.

[35] Sakellarides HT, De Weese JW. Instability of the metacarpophalangeal joint of the thumb : reconstruction of the collateral ligament using the extensor pollicis brevis. J Bone Joint Surg 1976 ; 58A : 106–12.

[36] Schernberg F, Elzein F, Gillier P, et al. Les luxations des articulations interphalangiennes proximales des doigts longs : étude anatomo-clinique et déduction thérapeutique. Ann Chir Main 1982 ; 1(1) : 18–28.

[37] Sedel L. Luxations de l'articulation métacarpo-phalangienne du pouce et des doigts. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main. vol. 2. Paris : Masson ; 1984. p. 790–6.

[38] Stener B. Displacement of the ruptured ulnar collateral ligament of the metacarpophalangeal joint of the thumb. A clinical and anatomical study. J Bone Joint Surg 1962 ; 44 B : 872.

[39] Stener B. Entorses récentes de l'articulation métacarpo-phalangienne du pouce. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main. vol. 2. Paris : Masson ; 1984. p. 770–8.

[40] Tropet Y, Brientini JM, Menez D, et al. Instabilité chronique de l'articulation métacarpo-phalangienne du pouce sans arthrose. À propos de seize observations. Ann Chir Main 1989 ; 8(3) : 223–9.

Chapitre 6

Luxations et fractures-luxations des articulations carpométacarpiennes des doigts longs et du pouce

Ph. Chardel, Th. Jager

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Les articulations carpométacarpiennes (CMC) des doigts longs n'ont jamais bénéficié du même niveau d'intérêt que leur homologue au niveau du pouce. Elles méritent pourtant une attention particulière car leur similitude avec l'articulation trapézométacarpienne (TM) se borne à une simple position anatomique au niveau de la main. Les différences sont importantes, en particulier lésionnelles, car si la fracture est plus fréquente pour la première colonne (fracture de Bennett et de Rolando), c'est la luxation qui prédomine pour les quatre derniers rayons. Les différences sont aussi anatomiques, car à la mobilité et à la position détachée et isolée du pouce par rapport aux doigts longs, s'oppose un bloc carpométacarpien extrêmement compact et quasiment fixe.

Ceci explique la plus grande vulnérabilité et donc la plus grande fréquence des atteintes de la TM, en comparaison avec les luxations des CMC, qui restent des lésions rares, estimées à moins de 1 % des traumatismes au niveau de la main [20].

Il faut reconnaître que, plus d'un siècle et demi après leurs premières descriptions [5, 7, 15, 66], moins de trois cents observations ont pour l'instant été rapportées [54], expliquant quelque peu leur mise à l'écart.

Néanmoins, si l'on considère les cas non publiés ou passés inaperçus, ces luxations sont loin d'être exceptionnelles. Elles doivent donc être systématiquement recherchées, car tous les auteurs s'accordent sur la difficulté du diagnostic, mais aussi sur l'excellent pronostic si le traitement est précoce. À l'inverse, le retentissement sur la fonction de la main peut être majeur si la lésion est méconnue ou non réduite [6, 37, 49, 62, 68], et sa chronicité rend le traitement très délicat et le résultat plus aléatoire [29, 41, 42].

Les luxations carpométacarpiennes du pouce doivent être également diagnostiquées et traitées précocement car les conséquences fonctionnelles sur la pince pollici-digitale peuvent être redoutables.

Luxations et fractures-luxations des articulations carpométacarpiennes des doigts longs

Anatomie

Les articulations CMC sont complexes et différentes suivant le niveau considéré. Les facteurs de stabilité sont articulaires et ligamentaires avec un plan palmaire, un plan dorsal très résistant et des ligaments intermétacarpiens (figures 6.1 et 6.2). Des insertions tendineuses, jouant le rôle de haubans, rajoutent un effet compressif dynamique. Le tout aboutit à un ensemble extrêmement résistant.

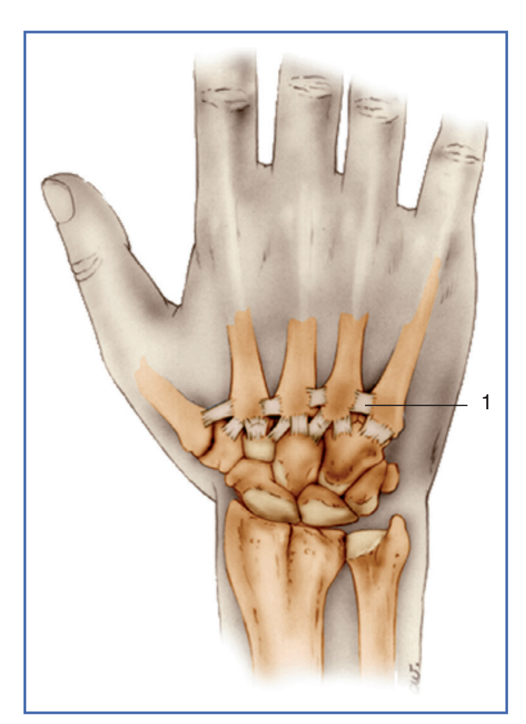


Figure 6.1

Anatomie de l'appareil ligamentaire carpométacarpien dorsal.
1. Ligaments intermétacarpiens.

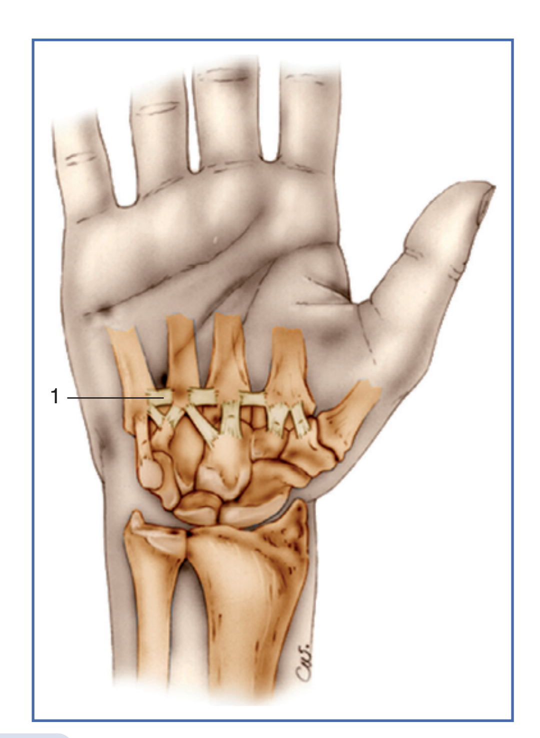


Figure 6.2

Anatomie de l'appareil ligamentaire carpométacarpien palmaire.
1. Ligaments intermétacarpiens.

À l'image du pied, la main présente un système spatulaire et un système columnaire [16]. La deuxième rangée des os du carpe, stabilisée par le ligament annulaire antérieur du carpe [63], forme une solide arche transversale servant de fondation aux bases métacarpiennes. Les métacarpiens, représentant les arches longitudinales, viennent s'y emboîter, et il est classique de distinguer le bloc fixe des 2e et 3e CMC, du bloc relativement mobile des 4e et 5e CMC [69].

L'interligne articulaire de l'index avec le trapèze et le trapézoïde, et du majeur avec le capitatum, est globalement horizontal, tourmenté, crénelé et donc très congruent. Chaque base métacarpienne reçoit deux ligaments par face, disposés en triangulation, et provenant des os du carpe précités. Le plan dorsal, extrêmement puissant, est renforcé par l'insertion de l'extensor carpi radialis longus sur le deuxième métacarpien et de l'extensor carpi radialis brevis sur le troisième métacarpien. Sur la face palmaire, le *flexor carpi radialis*, avec son insertion bifurquée sur les deux bases, vient faire contre-balancier. Cette configuration ne permet qu'un degré de liberté en flexion-extension pour la 2e CMC, et trois degrés pour la 3e CMC [32, 42, 44]. Ainsi, par sa position centrale et sa rigidité, ce bloc représente la clé de voûte du système [26, 36].

Le complexe hamatométacarpien est différent, car constitué de deux articulations en « selle modifiée » [6, 11, 28, 44, 49, 50, 78] et d'un plan ligamentaire dorsal plus laxe [49]. Ceci autorise 10 à 15 degrés de flexion-extension pour la 4e CMC suivant un axe pratiquement parallèle au 3e rayon en raison d'une orientation transversale de l'interligne entre la base du 4e métacarpien et la facette radiale de l'hamatum [34, 42]. Il est intéressant de noter l'existence de configurations anatomiques parfois différentes à ce niveau, et notamment la possibilité d'une interface avec le *capitatum*, augmentant la stabilité de ce métacarpien [75]. La 5e CMC, constituée par la base du 5e métacarpien et la facette ulnaire de l'hamatum, est plus mobile. La flexion-extension varie entre 20 et 30° [34, 36, 50, 51, 54, 56], auxquels il faut ajouter la possibilité de quelques degrés en rotation [63]. Ceci, combiné avec une orientation articulaire plus oblique [34], permet un mouvement d'opposition à l'origine de l'effet de convergence du 5e rayon vers le tubercule du scaphoïde, mais aussi du creusement de l'arche métacarpienne lors du *grasp*, indispensable pour la conservation de la force [6, 12, 41, 42, 54, 63, 78]. La disposition ligamentaire est identique au bloc voisin, hormis la présence d'un ligament unique sur la face dorsale de la 5e CMC. Sur la face palmaire, le *flexor carpi ulnaris*, *via* le ligament pisi-métacarpien [34], tente de s'opposer à la forte traction qu'impose l'insertion de l'extensor carpi ulnaris sur la face dorsale de la base du 5e métacarpien.

Enfin, la cohésion terminale de l'ensemble est réalisée par les forts ligaments intermétacarpiens palmaires et dorsaux qui unissent les bases entre elles.

Classification

Les luxations CMC se différencient selon le nombre des rayons atteints et le sens du déplacement de la luxation des bases par rapport au carpe. On distingue ainsi les luxations spatulaires :

- complètes, lorsque tous les doigts longs sont luxés ;
- partielles, lorsque deux ou trois rayons sont atteints ;
- et isolées, quand un seul rayon est intéressé.

Le déplacement peut être :

- dorsal (figure 6.3) ;
- palmaire (figure 6.4) ;
- latéral (figure 6.5) ;
- ou divergent, représentant l'association d'une luxation dorsale et palmaire (figure 6.6).

Toutes les combinaisons sont possibles et ont déjà été rapportées. Il existe cependant une prédominance de certains types de lésions trouvant leur explication dans la présence de lignes de faiblesses anatomiques [54] ou de zones de forces prédominantes, facteurs de déstabilisation.

Ainsi, les luxations dorsales sont de loin les plus nombreuses, et ce malgré un plan ligamentaire postérieur plus résistant. Mais son rôle est justement de s'opposer à l'effet d'expulsion dorsal des bases métacarpiennes lors du *grasp* [54], auquel se rajoute l'action des extenseurs du carpe, plus nombreux et plus puissants que leurs homologues palmaires [28, 50, 51, 67, 69].

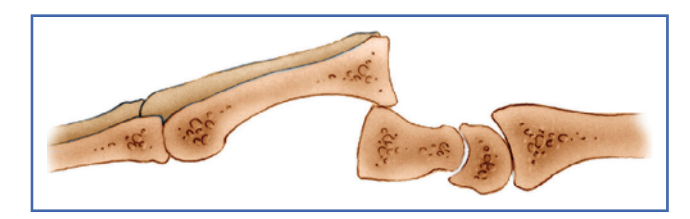


Figure 6.3
Luxation dorsale des bases métacarpiennes.

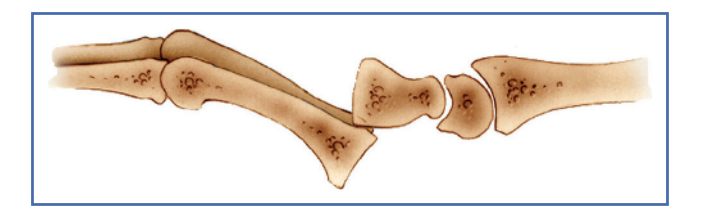


Figure 6.4
Luxation palmaire des bases métacarpiennes.

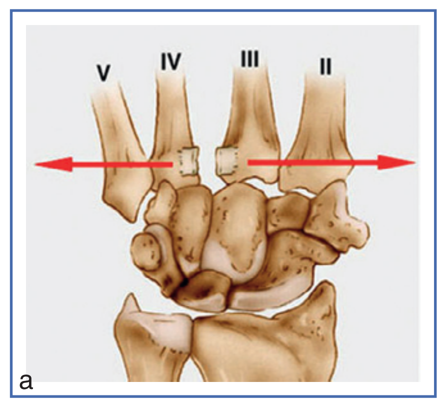


Figure 6.5

Luxation latérale.
a. Vue palmaire d'une luxation latérale par rupture des ligaments intermétacarpiens du 3e espace.
b. Vue de face d'une luxation latérale.

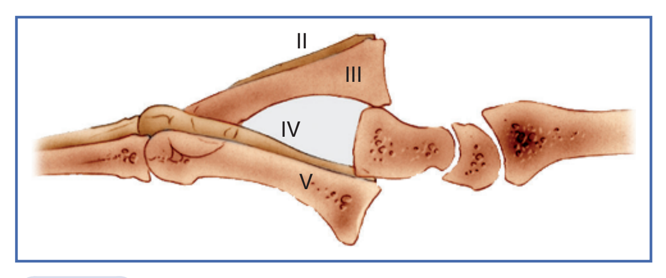


Figure 6.6

Luxations divergentes.
Les deux blocs métacarpiens peuvent diverger par rupture des ligaments intermétacarpiens du 3e espace. M2–M3 se luxent sur le versant dorsal, M4–M5 sur le versant palmaire.

Viennent ensuite par ordre de fréquence :

- les luxations palmaires [36, 44, 54, 74, 79] ;
- les luxations latérales, intéressant surtout le 5e rayon, plutôt dans une configuration radiopalmaire [34, 57] que ulnopalmaire [6, 12, 57], et encore plus rares l'atteinte de plusieurs métacarpiens [31, 39] (figures 6.5a et b) ;
- enfin, les exceptionnelles luxations divergentes (cinq cas recensés), associant presque toujours un déplacement dorsal M2–M3 avec un déplacement palmaire M4–M5 [1, 33, 35, 49] (figure 6.26), pour un cas de luxation dorsale de M2 et palmaire de M3–M4–M5 [45].

Si l'on s'attache au nombre des rayons atteints, aucune des catégories entre les luxations spatulaires complètes, partielles, ou isolées, n'est plus fréquente que l'autre [42, 54, 56, 78]. Par contre, au sein des deux derniers groupes, les lésions des CMC ulnaires sont nettement prédominantes, à savoir l'atteinte de M4–M5 [18, 50, 52, 56, 62, 68, 72] (figure 6.7), mais surtout de M5 isolée [2, 11, 12, 14, 28, 34, 37, 47, 51, 57, 62]. La mobilité et la laxité ligamentaire de l'articulation hamatométacarpienne expliquent cette plus grande fragilité, tout comme la position bordante de ces rayons qui sont ainsi plus exposés aux traumatismes. M2 et M2–M3 sont donc ensuite les plus touchés [36, 74] (figure 6.8). Les luxations de M3, de M4, ou de M3–M4 sont très rares [40, 43], car protégées par leur position centrale. Quant aux exceptionnelles atteintes de trois rayons, le bloc M2–M3–M4 [29, 40] serait paradoxalement plus touché que le bloc M3–M4–M5 [56].

Enfin, il faut noter plusieurs cas décrits de luxation des cinq métacarpiens [3, 25, 30, 45, 64], dont la forme à déplacement palmaire reste anecdotique [48].

Mécanisme

Pour désorganiser cette architecture anatomique très solide il faut un traumatisme extrêmement violent. Ces lésions rentrent donc souvent dans un contexte polytraumatique, faisant suite à un accident de la voie publique (automobile, mais surtout motocyclette) ou à une chute d'un lieu élevé.

Biomécaniquement, les luxations spatulaires complètes sous-entendent la rupture des ligaments palmaires et dorsaux, car, expérimentalement, elles n'ont été reproduites qu'après la section de ces deux plans ligamentaires [2, 36, 54, 66, 80].

Les luxations spatulaires partielles ou isolées impliquent l'atteinte des trois plans ligamentaires, car elles nécessitent en plus la rupture des ligaments intermétacarpiens entre les rayons atteints et indemnes [2, 12, 47, 57, 74] (figure 6.7). Ces ligaments jouent un rôle capital pour la conservation de la stabilité :

- expérimentalement, leur seule présence empêche une luxation spatulaire partielle malgré la section des plans palmaires et dorsaux [2] ;
- après un traumatisme, leur seul respect aboutit à une luxation « ratée » (figure 6.9), confirmant les constatations expérimentales ;

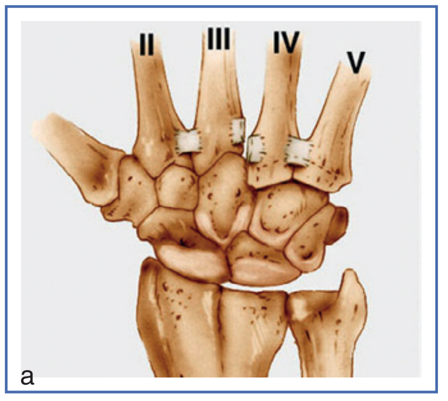


Figure 6.7

Luxation dorsale.

a. Luxation dorsale des IVe et Ve métacarpiens après rupture des ligaments intermétacarpiens du 3e espace.

b. Vue de face d'une luxation dorsale des IVe et Ve métacarpiens.

Figure 6.8

Luxation dorsale de M2 et M3 associée à une luxation de l'articulation trapézométacarpienne.

Figure 6.9

Luxation M4–M5 « ratée ».

Fracture dorsale de l'hamatum sans luxation des métacarpiens grâce à l'intégrité des ligaments intermétacarpiens du 3e espace.

- enfin, ils se comportent comme des stabilisateurs réductionnels, car la fixation des 2e et 3e CMC s'est avérée le plus souvent suffisante pour stabiliser les luxations complètes [10, 49, 69].

Les fractures-luxations des CMC répondent aux mêmes principes, et ne font que démontrer la résistance des plans ligamentaires. Les formes les plus classiques sont :

- l'équivalent de la fracture de Bennett de M5, où le respect des ligaments intermétacarpiens entre M4 et M5 entraîne une fracture détachant le coin médial de la base de M5 [6, 14, 51, 67] (figure 6.10) ;
- et les fractures-luxations hamatométacarpiennes, où l'intégrité du plan ligamentaire postérieur aboutit à une fracture coronale détachant un capot dorsal aux dépens de l'hamatum [11, 28, 29, 37, 39, 43, 50, 52, 53, 65, 68, 73] (figure 6.11).

Pour autant, le mécanisme lésionnel reste encore mal connu, d'abord parce qu'il n'est pas univoque, d'où les différents types de luxations, et parce qu'il est le plus souvent difficile à faire préciser par le patient. Néanmoins, deux mécanismes sont le plus souvent évoqués :

- direct, par appui sur les bases métacarpiennes, provoquant une luxation antérieure si la force est dorsale, et postérieure si la force est palmaire (figures 6.12 et 6.13) ;
- indirect, la force étant transmise des têtes métacarpiennes vers les bases et le carpe. La luxation sera palmaire si le poignet est en extension lors de l'impact, et dorsale si le poignet est en flexion (figures 6.14 et 6.15). Ce mécanisme semble être à l'origine de la quasi-totalité des observations concernant les luxations ou fractures-luxations

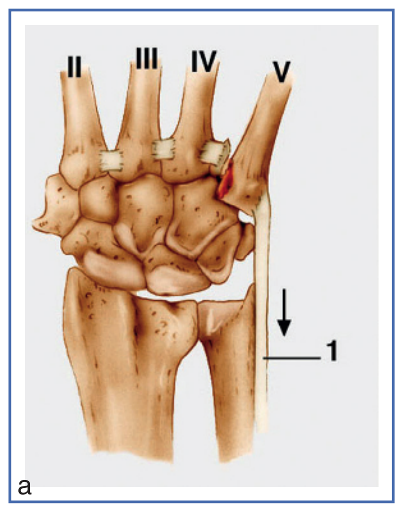
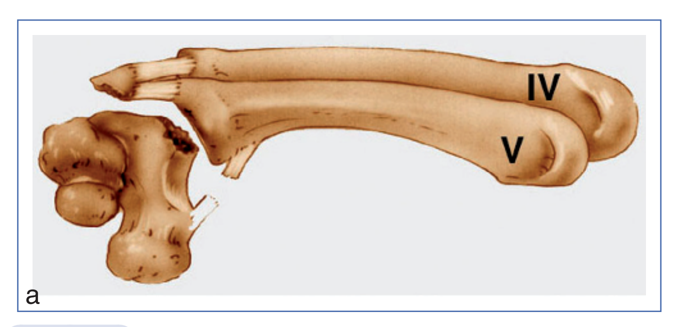


Figure 6.10

Fracture-luxation de la base du Ve métacarpien.

a. Sous l'effet de traction du cubital postérieur (extensor carpi ulnaris), le Ve métacarpien se luxe en haut et en arrière. Le fragment osseux solidaire des ligaments intermétacarpiens du 4e espace ne se déplace pas.

b. Équivalent de la fracture de Bennet du 5e métacarpien.



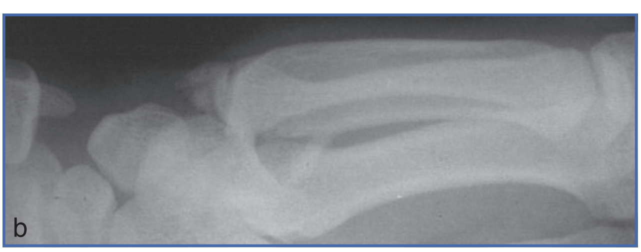


Figure 6.11

Vue latérale d'une fracture-luxation des IVe et Ve métacarpiens emportant un fragment osseux issu de l'hamatum.

a. Les deux métacarpiens restent ainsi solidaires. Cette fracture-luxation s'accompagne d'une rupture du ligament palmaire.

b. Incidence oblique montrant la fracture-luxation de M4–M5 avec un fragment osseux d'hamatum.

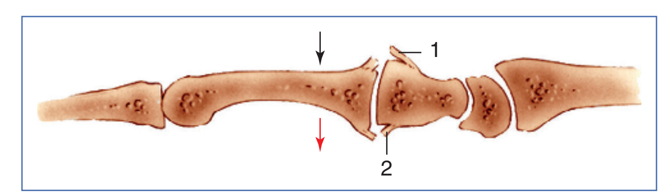


Figure 6.12

L'impact direct dorsal entraîne une luxation palmaire par rupture de l'appareil ligamentaire dorsal (1) et palmaire (2).

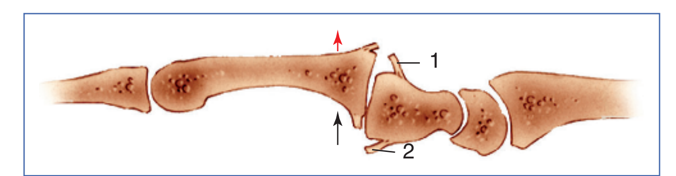


Figure 6.13

L'impact direct palmaire entraîne une luxation dorsale par rupture de l'appareil ligamentaire dorsal (1) et palmaire (2).

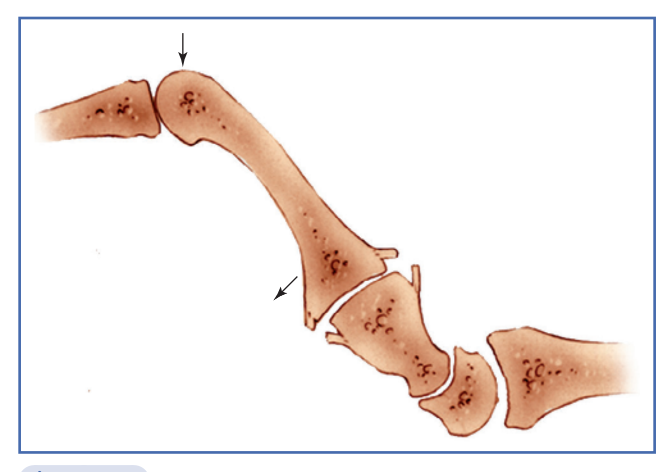


Figure 6.14

Luxation palmaire par impact indirect, le poignet étant en extension.

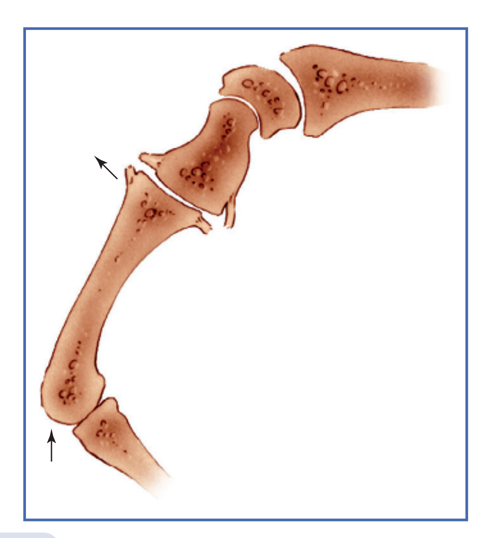


Figure 6.15

Luxation dorsale par impact indirect, le poignet étant en flexion.

hamatométacarpiennes. La similitude des traumatismes rapportés dans la littérature est remarquable, car presque toujours il s'agit d'un coup de poing porté sur un plan dur, expliquant probablement la fréquence des mains dominantes et des hommes jeunes [11, 28, 29, 37, 43, 50, 53, 62, 73]. La résistance moindre de l'hamatum par rapport au plan ligamentaire postérieur a fait évoquer une ligne de faiblesse de cet os dans le plan coronal [9]. Thomas et Birch [73] ont montré que cette lésion est la conséquence d'un choc violent sur la tête des quatrième et cinquième métacarpiens lorsque le poignet est en flexion et en inclinaison ulnaire. L'hamatum se trouve alors coincé entre le triquetrum et les deux bases métacarpiennes (figure 6.16), l'impaction provoquant la fracture, et la flexion le déplacement dorsal. Perez [59], sur une revue des traumatismes de la main du boxeur, réaffirme que la frappe la moins traumatisante se réalise avec la tête des deuxième et troisième métacarpiens, poignet en rectitude et en légère extension. Cain *et al.* [11] précisent le mécanisme sur des observations présentant toutes une fracture du quatrième métacarpien associée à une fracture-luxation hamatométacarpienne localisée au cinquième rayon. C'est l'impact, d'abord porté sur la tête du quatrième métacarpien qui provoque sa fracture, et son raccourcissement permet le report de la force au cinquième métacarpien. Le degré de flexion du cinquième rayon au moment du choc va ensuite définir le type et l'importance de la comminution de la fracture de l'hamatum. Une flexion minime provoque une fracture à gros fragment avec une comminution importante. La taille du fragment et la comminution se réduisent au fur et à mesure que la flexion s'accentue, pour aboutir à une luxation pure, par rupture des ligaments dorsaux. Dans notre expérience, un impact concomitant sur la tête des quatrième et cinquième

Figure 6.16

Inclinaison ulnaire d'un poignet normal montrant l'hamatum coincé entre les bases de M4 et M5 et le triquetrum.

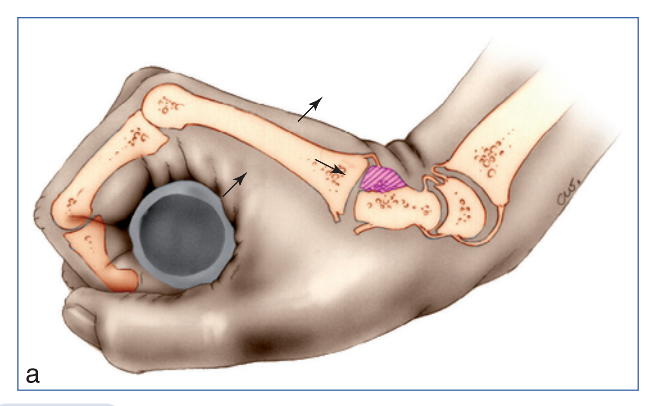
métacarpiens entraîne une subluxation dorsale des bases, le plus souvent sans fracture, car l'énergie est diluée dans les deux rayons. Mais le report de la force sur toute la surface articulaire hamatométacarpienne détache un fragment dorsal de l'hamatum intéressant ses deux facettes articulaires métacarpiennes (figure 6.11).

D'autres mécanismes ont été évoqués, en particulier l'écrasement transversal de l'arche métacarpienne tel que peut le réaliser la poignée de guidon de motocyclette [54]. La force appliquée sur la face palmaire de l'arche, poignet en hyperextension, provoque la rupture du plan ligamentaire antérieur puis, soit une fracture dorsale par compression, soit une rupture du plan postérieur, ouvrant la porte à la luxation dorsale spatulaire complète [29] (figure 6.17). La présence d'une montre lors de ce traumatisme engendrerait un déplacement inverse, car celle-ci se comporterait comme une butée entre les bases métacarpiennes et le squelette antibrachial, induisant une luxation palmaire [54, 69].

Enfin, les luxations divergentes s'expliqueraient soit par un mécanisme de torsion, représenté par une supination de l'arche métacarpienne autour d'un axe passant entre M3 et M4 [33] (figure 6.18), soit par un impact direct suivi d'une torsion [1].

Diagnostic

Il est réputé difficile, et les publications rapportant des lésions non diagnostiquées lors de la première consultation sont nombreuses, même en l'absence de contexte



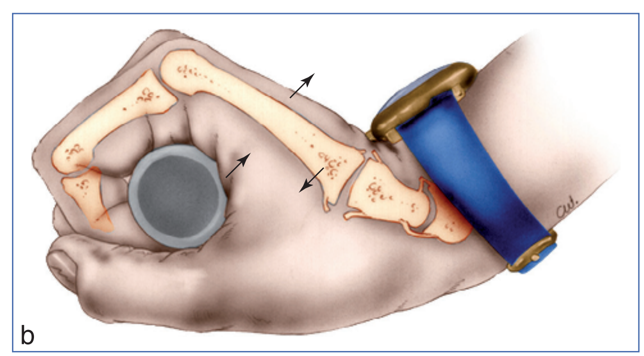


Figure 6.17

Mécanismes de luxation dorsale et palmaire.

a. Le guidon du cycliste transmet à travers l'arche métacarpienne sur un poignet en extension, les forces provoquant leur luxation dorsale avec fracture de l'hamatum.

b. Mécanisme de luxation palmaire du motocycliste. Le contre-appui de la montre sur le poignet en extension renvoi les forces luxantes sur le versant palmaire entraînant la rupture ligamentaire dorsale et palmaire.

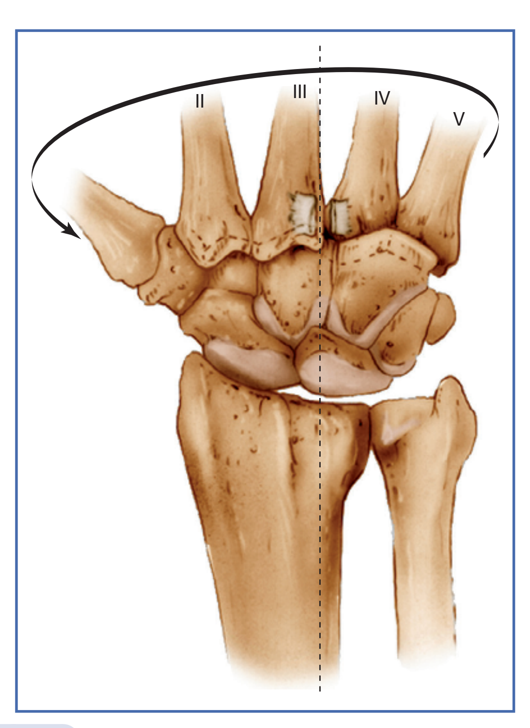


Figure 6.18

Mécanisme des luxations divergentes. La torsion de l'arche métacarpienne autour d'un axe situé dans le 3e espace intermétacarpien entraîne la rupture des ligaments intermétacarpiens.

Les 2e et 3e métacarpiens se luxent sur le versant dorsal, les 4e et 5e métacarpiens se luxent sur le versant palmaire du carpe.

polytraumatique où l'attention peut être focalisée sur un problème vital [9, 18, 29, 31, 37, 49, 50, 53, 62, 73]. Cela s'explique par des signes cliniques souvent pauvres et des radiographies parfois trompeuses ou des incidences inadéquates.

Signes cliniques

Le tableau clinique est celui d'une impotence fonctionnelle et douloureuse de la main, accompagnée par un volumineux œdème toujours présent, car d'installation rapide. Il peut être soit global, soit localisé sur la face dorsale, et n'est autre que le reflet des lésions sous-jacentes et de la violence du traumatisme. Il rend ainsi l'examen difficile en occultant les saillies osseuses à la palpation, et en masquant le plus souvent les déformations [18, 37, 62]. Les classiques aspects de la main en « dos de fourchette » dans les luxations postérieures (figure 6.19), les dépressions des têtes métacarpiennes dans les luxations antérieures, et le raccourcissement des rayons luxés sont de ce fait rarement visibles. De plus, ils ne s'observent que dans les luxations à grand déplacement [10, 12, 37, 47, 78] qui sont loin d'être les plus fréquentes. Il faudra donc plutôt s'attacher à rechercher un point douloureux exquis en regard de l'interligne CMC touché [11, 28], parfois accompagné par un ressaut réductionnel. Enfin, le mécanisme du traumatisme, s'il peut être précisé, est un élément d'orientation.

Radiographies

La radiologie reste l'examen fondamental.

De face, la disparition de l'interligne articulaire CMC, par superposition des bases métacarpiennes luxées avec la deuxième rangée des os du carpe correspondante, doit faire d'emblée évoquer le diagnostic [18, 37, 43] (figure 6.20). Fischer *et al.* [27] avaient insisté sur la perte du parallélisme des surfaces articulaires, comparant l'espace entre les os du carpe et les bases à un « M » majuscule, ou *M line*. L'écueil était la nécessité d'une incidence de face stricte, réalisée main à plat et poignet en rectitude, parfois difficile à obtenir

Figure 6.19

Aspect clinique de la main en « dos de fourchette » après luxation dorsale M4–M5.

Figure 6.20

Disparition de l'interligne articulaire après luxation dorsale M4–M5 sur une radiographie de face.

Figure 6.21

Luxation dorsale de M4–M5 : noter sur ce profil l'aspect « plongeant » des deux derniers métacarpiens responsables de l'augmentation de l'angle longitudinal M2-M5 et M2-M4.

Figure 6.22

Lésion visible de profil strict lors d'une luxation à grand déplacement.

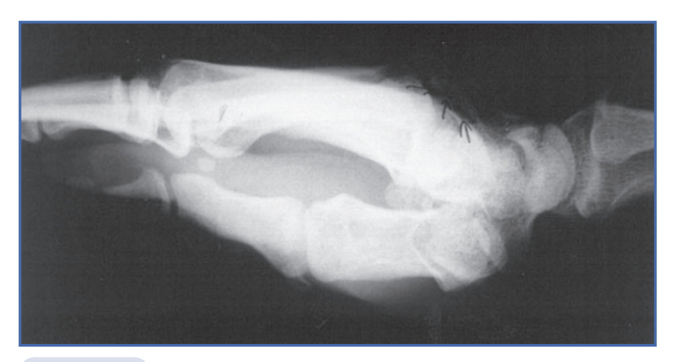


Figure 6.23

Luxation peu visible en profil strict lors d'une subluxation : luxation M4–M5 et fragment d'hamatum.

dans ce contexte traumatique. La « ligne métacarpienne oblique » de Chmell *et al.* [13], tracée tangentiellement aux surfaces articulaires des 3e, 4e et 5e têtes métacarpiennes, est plus intéressante, car elle met en évidence le raccourcissement des rayons luxés ou subluxés. Parkinson *et al.* [58] recommandent de mesurer l'angle entre l'axe longitudinal de M2 et M5 sur une radiographie de profil. En cas de luxation dorsale de M5, l'angle augmente par rapport au côté sain (figure 6.21).

En fait, de profil strict, la lésion est parfaitement visible en cas de luxation spatulaire complète [35, 44, 54] ou partielle à grand déplacement [18, 37, 72] (figure 6.22). Mais la base du 3e métacarpien cache le plus souvent les subluxations des rayons ulnaires, et les fractures carpiennes (figure 6.23).

Les radiographies obliques sont donc capitales, et leur absence est à l'origine de la grande majorité des observations non diagnostiquées en urgence. Des incidences réalisées entre 30 et 45° de pronation dégagent parfaitement l'articulation hamatométacarpienne [6, 8, 11, 12, 28, 34, 43] (figure 6.24), et aux alentours de 30° de supination pour les 2e et 3e CMC [8, 34].

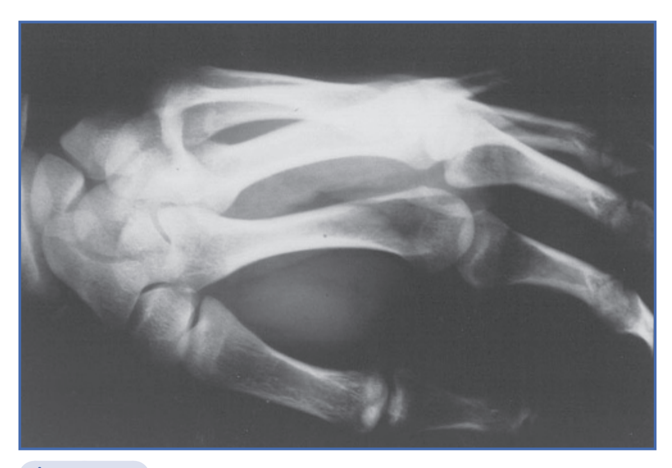


Figure 6.24
Incidence oblique montrant parfaitement la luxation de M4 et M5.

Tomodensitométrie

Le scanner peut être très utile en cas de doute diagnostique ou de fractures associées si les radiographies sont difficilement interprétables en raison des superpositions. Il montre parfaitement les luxations, et permet une analyse très précise des fractures carpiennes et métacarpiennes, souvent largement sous-estimées par la radiologie conventionnelle. Son intérêt dans les atteintes de l'articulation hamatométacarpienne a été souvent rapporté [34, 53, 62, 63], les meilleures incidences étant longitudinales pour le quatrième rayon, et longitudinales obliques pour le cinquième rayon [62] (figures 6.25a, b et c). La reconstruction tridimensionnelle permet une vue d'ensemble, et peut préciser la surface de certains fragments, comme la fracture en capot dorsal de l'hamatum (figures 6.25d, e et f).

Lésions associées

Nous ne décrirons ici que les lésions locales au niveau du poignet et de la main, nombreuses et variées car en rapport avec un traumatisme à haute énergie.

Paradoxalement, l'ouverture cutanée est peu fréquente [44, 54], mis à part les blasts ou « mains de mine », mais qui sortent du sujet tant les lésions sont diffuses et multiples.

Les atteintes ostéoligamentaires sont présentes dans plus de la moitié des cas [49, 54] et les fractures métacarpiennes sont si fréquentes, que leur présence doit imposer une analyse systématique des CMC. Le site fracturaire est le plus souvent diaphysaire ou épiphysaire proximal, l'impaction-compression des traumatismes axiaux pouvant aboutir à de véritables éclatements des bases (figure 6.25b). Tous les os de la deuxième rangée du carpe peuvent être atteints, et plus rarement la première rangée, les phalanges et les deux os de l'avant-bras [3, 18, 51, 56, 57, 62, 70]. Les luxations au niveau des interphalangiennes, des métacarpophalangiennes, et de la radio-ulnaire inférieure sont classiques. Quant aux dislocations intra-carpiennes, elles peuvent prendre les formes les plus diverses [61, 80].

Les lésions nerveuses, rares mais non exceptionnelles, représentent le facteur péjoratif de ces luxations, car l'absence de récupération aboutit toujours à un mauvais résultat. Elles sont dominées par l'atteinte de la branche profonde motrice du nerf ulnaire, en rapport le plus souvent avec une fracture de l'hamatum, que ce soit au niveau de son crochet, de son corps ou de sa face dorsale [39, 49, 60]. Les luxations ou fractures-luxations des rayons ulnaires peuvent aussi être en cause, que le déplacement soit palmaire ou dorsal [31, 39, 49]. Elles se rencontrent plus rarement après luxation du bloc M2–M3 [49]. Le mécanisme peut être une contusion plus ou moins sévère, une compression par l'hématome et l'œdème ou encore une fibrose intraneurale aboutissant alors à une paralysie progressive [39]. La conservation de la sensibilité et la difficulté pour réaliser les tests moteurs sur une main traumatisée posent le problème du diagnostic en urgence [31, 60]. Le *crossed-finger test* de Earle [21], constatant l'impossibilité de croiser le majeur au-dessus de l'index, semble être le plus fiable et le plus facilement réalisable [60]. Cette atteinte impose une exploration chirurgicale en urgence, ou avant 6 mois en cas d'absence de récupération après un diagnostic tardif [31, 39, 49].

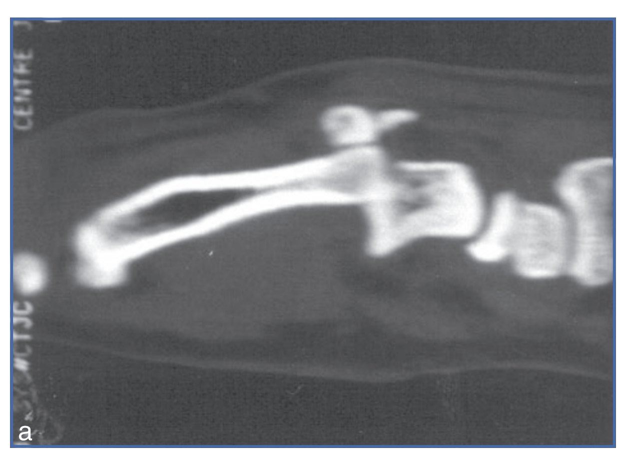
Les lésions du nerf médian sont plus rares, et prennent la forme d'un canal carpien aigu [79] ou subaigu [29], de bon pronostic habituellement.

Des lacérations tendineuses ont également été rapportées, notamment au niveau des extenseurs des doigts [63].

Traitement

La diversité de ces lésions ne permet pas de donner une conduite thérapeutique universelle, et le traitement est plutôt à considérer au cas par cas. Le consensus sur le sujet n'est d'ailleurs pas fait, et certaines classifications complexes en montrent bien la difficulté, notamment pour trouver le moyen de fixation le plus adapté [38]. Il est néanmoins possible de dégager certains principes pouvant s'appliquer aux différentes formes.

La facilité pour réduire ces luxations fait l'unanimité. Une traction progressive à foyer fermé accompagnée d'une pression sur les bases métacarpiennes est généralement suffisante, hormis les rares cas où il existe une interposition ligamentaire [18, 35, 56, 70].



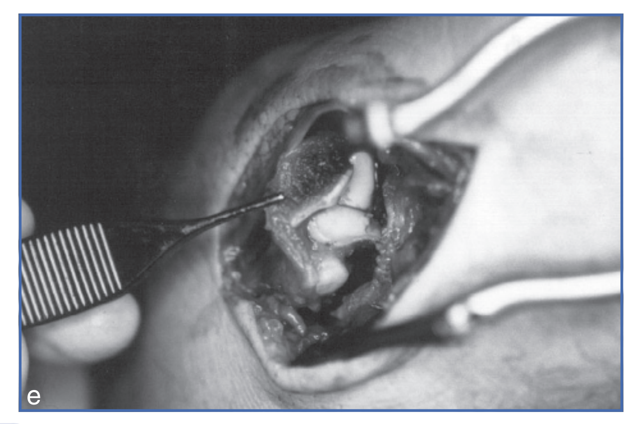


Figure 6.25

a. Scanner. Incidence longitudinale oblique montrant la luxation dorsale de M5 et le fragment d'hamatum.
b. Correspondance radiographie de face montrant que la fracture de la base de M4 est largement sous-estimée.
c. Reconstruction tridimensionnelle de {3/4} montrant la luxation M4–M5 et le fragment d'hamatum.
d. Reconstruction tridimensionnelle de face montrant la surface du fragment d'hamatum qui intéresse les deux surfaces articulaires.
e. Vue peropératoire. Fragment d'hamatum dans la pince. Plan ligamentaire dorsal intact, bien visible. Base de M5 (à droite) et base de M4 éclatées (à gauche).

Leur incoercibilité est aussi bien connue, car les forces exercées par les extenseurs ou les fléchisseurs du poignet reproduisent le déplacement [63, 72].

Ainsi, le traitement par une simple immobilisation est pour nous à proscrire, et nous semble même critiquable en présence d'une fracture-luxation [56, 68, 70].

Malgré certains succès [29, 39, 56, 69, 78], cette technique doit rester anecdotique car l'œdème rend difficile et dangereux un moulage correct. Elle impose de plus un suivi très régulier, avec des contrôles radiologiques et des changements de plâtre fréquents. Dans près d'un tiers des cas, elle conduit à une reprise par fixation interne pour déplacement secondaire [56].

Pour les *luxations pures*, la réduction et la fixation par voie sanglante, ou la réduction à foyer fermé avec fixation percutanée restent encore une affaire d'école.

Nous avons toujours été partisans d'un abord chirurgical de principe, car il permet :

- une réduction et une stabilisation sous contrôle de la vue, donc plus précise ;
- une révision de l'interligne avec nettoyage en cas de fragments chondraux ou osseux intra-articulaires [11, 52], le tout pouvant aboutir à une arthrodèse d'emblée en cas de lésions chondrales majeures ;
- une suture ou un rapprochement ligamentaire ;
- le traitement d'éventuelles lésions tendineuses ou osseuses passées inaperçues ;
- enfin, un drainage de l'hématome.

La voie d'abord dorsale est d'un commun accord suffisante quelle que soit la nature du déplacement. Les atteintes nerveuses imposent par contre une exploration palmaire complémentaire. Une incision longitudinale médiane pour les luxations spatulaires complètes, et centrée sur les rayons luxés pour les formes partielles ou isolées a notre préférence. Elles ont toujours donné une vue suffisante et permettent de protéger le réseau veineux dorsal que ne respectent pas les incisions transversales [63]. Il faut être très attentif à ne pas léser les branches sensitives dorsales radiales comme ulnaires [28, 52, 65].

La stabilisation par brochage des interlignes CMC reste la meilleure technique [40, 44, 49, 54, 78]. Elle peut être oblique, intramédullaire comme l'avait proposé Wagner [76] pour les fractures de Bennett [44], ou en croix comme à notre préférence (figure 6.26). Le positionnement latéral des broches permet de respecter le glissement des extenseurs sans risquer de léser les éléments nobles palmaires. En cas de luxation spatulaire complète, la stabilisation des 2e et 3e CMC est le plus souvent suffisante en raison de l'intégrité des ligaments intermétacarpiens [10, 49]. Dans le cas contraire, toutes les articulations doivent être brochées, à l'exemple des luxations divergentes. Lorsque la luxation est partielle ou isolée, il est préférable de rajouter au montage trans-articulaire un brochage transversal intermétacarpien prenant appui sur le rayon indemne adjacent.

L'immobilisation post-opératoire est très variable selon les auteurs. Une attelle plâtrée palmaire, remplacée après la fonte de l'œdème par une orthèse amovible en matériau thermoformable, poignet en position neutre, têtes métacarpiennes libérées pour une autorééducation précoce des doigts, est pour nous le meilleur compromis. Une rééducation contrôlée et plus intensive est débutée à la quatrième semaine, suivie de l'ablation des broches à la sixième semaine.

En présence de lésions associées, leurs traitements spécifiques imposent le plus souvent un acte chirurgical à ciel ouvert.

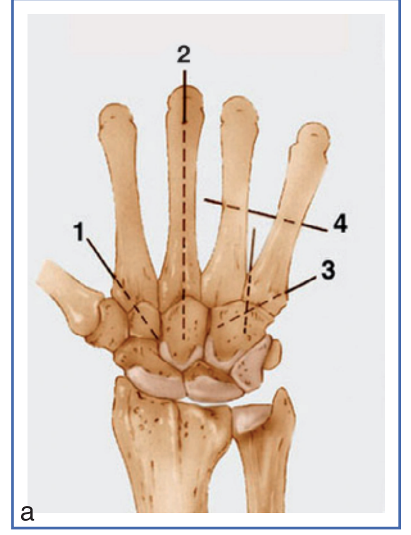


Figure 6.26

a. Les différentes techniques de brochage.
1. Oblique. 2. Intramédullaire de Wagner. 3. En croix. 4. Transversal.
b. Luxation spatulaire dorsale complète avec luxation de la deuxième rangée et fracture de M1.

Pour les *fractures-luxations*, dominées par l'atteinte des deux derniers rayons ulnaires, l'abord chirurgical nous paraît encore indispensable, et est dicté par la nécessité d'une restauration *ad integrum* de toutes articulations mobiles.

En présence d'une fracture-luxation hamatométacarpienne, c'est la taille du fragment dorsal de l'hamatum qui oriente la technique de fixation :

- lorsqu'il est petit, seul le brochage est utilisable, et le montage décrit dans les luxations partielles ou isolées est le plus adapté [11, 29, 37, 39, 43, 73] ;
- plus volumineux, son vissage en compression est la technique de choix (vis corticale de 1,5 mm), et dispense de tout brochage complémentaire [28, 50, 52, 65, 68]. Lorsque cela est possible, nous réalisons un double vissage, donnant un parfait contrôle rotatoire de la fracture et une excellente opposition aux forces d'arrachement, autorisant une rééducation immédiate du poignet et des doigts grâce à la naturalisation des contraintes en flexion par deux broches transversales transmétacarpiennes (figure 6.27). Il faut néanmoins vérifier l'intégrité des ligaments dorsaux, car des désinsertions partielles ou totales sur le fragment d'hamatum ont été décrites [11, 50].

La réduction de l'équivalent d'une fracture de Bennett du cinquième rayon s'obtient facilement après distraction. Un brochage transversal M5-M4 est en général suffisant pour stabiliser l'ensemble [51, 67]. Une synthèse complémentaire du fragment nous semble préférable, le plus souvent par brochage car sa taille autorise rarement un vissage (figure 6.28).

Enfin, les lésions intra-articulaires sont parfois telles, qu'elles peuvent imposer une arthrodèse d'emblée. L'apport osseux est indispensable, et il faut s'attacher à conserver la longueur du rayon intéressé (figure 6.29). Les quatrième et surtout cinquième CMC doivent être arthrodésées en légère flexion pour conserver l'incurvation de l'arche métacarpienne [34, 42] (figure 6.30).

Ainsi, traitées précocement et selon des règles simples mais strictes, le pronostic de ces lésions est généralement excellent.

Luxations de l'articulation trapézométacarpienne

Anatomie

L'articulation trapézométacarpienne est une articulation en selle, offrant à la fois une grande mobilité et une excellente stabilité à la base du pouce. Elle est contrôlée par un système ligamentaire et tendineux complexe détaillé de manière exhaustive dans le chapitre 2 du tome 3. Bettinger [1] a décrit jusqu'à 16 ligaments autour de la TM. On retiendra que le rôle de stabilisateur principal était confié initialement au ligament palmaire oblique par Eaton [3] (figure 6.31a), et la fonction importante du complexe ligamentaire dorsal est de découverte plus récente (ligament dorsal oblique) (figure 6.31b). Le verrouillage stable du pouce semble être plutôt finalement la conjonction d'une tension des ligaments postérieurs et d'un enclavement du bec métacarpien dans le récessus trapézien antérieur lors de la rotation automatique du pouce en fin d'opposition [6, 7].

Contexte

Les luxations trapézométacarpiennes (TM) sont de survenue rare à exceptionnelle, eu égard à la grande stabilité de cette articulation, et leur prise en charge est encore l'objet de controverses. Le traumatisme causal est souvent violent, occasionnant dans la majorité des cas une luxation postérieure ou postéroradiale. On distinguera deux groupes de lésions avec d'une part les rares luxations fermées isolées de la TM, et d'autre part les lésions de blast multitissulaire réalisant la classique « main de pétard » où la luxation TM est le plus souvent retrouvée. Il est indispensable d'obtenir à terme une cicatrisation ligamentaire offrant une excellente stabilité de la base du pouce pour éviter la survenue d'une instabilité chronique. Dans cette éventualité, les contraintes répétées de cisaillement à la surface du cartilage TM par glissement trop important du 1er métacarpien sur la selle trapézienne vont conduire à la survenue d'une rhizarthrose, réalisant le Stade 1 de la classification de Dell [3]. Il ne faut pas oublier l'importance des contraintes, qui s'exercent sur cette petite surface articulaire (jusqu'à 10 fois la force de la pince pouce-index) et qui vont précipiter l'évolution arthrosique.

La luxation trapézométacarpienne isolée

Cette lésion est très rare, et son traitement encore sujet à controverses [9]. Certains sont partisans d'une réduction fermée simple [10], pendant que d'autres préfèrent une attitude agressive de réinsertion voire de ligamentoplastie systématique [6] pour restaurer une stabilité ne reposant pas sur la simple fibrose péri-articulaire. Trumble [8] retrouvait de meilleurs résultats dans le cas d'une ligamentoplastie, mais les effectifs sont trop faibles pour recommander

Figure 6.27

a, b. Fracture déplacée de l'hamatum.
c, d, e. Double vissage de l'hamatum par 2 vis corticales de 1,7 mm dont une stabilise le fragment par une microplaque console. Deux broches transmétacarpiennes M4–M5 neutralisent les contraintes en flexion.

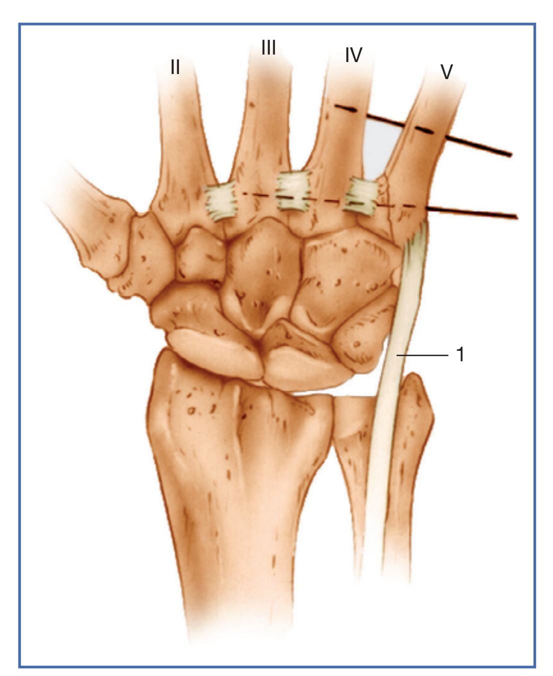


Figure 6.28

Brochage d'une fracture-luxation du 5e métacarpien (fracture de Bennett du 5).
1. Cubital postérieur.

Figure 6.29

Arthrodèse de la 5e CMC par deux agrafes.

Figure 6.30

Arthrodèse de la 4e et 5e CMC par broches filetées obliques dans le cadre d'une luxation dorsale passée initialement inaperçue.

cette attitude de manière dogmatique. Il faut noter également la possibilité de luxations spontanément réduites (ou réduites par le patient). Le testing est indispensable si ce diagnostic est suspecté.

Après réduction, nous proposons un brochage trapézométacarpien ou intermétacarpien M1-M2 pour laisser cicatriser l'appareil ligamentaire (figure 6.32). Pour les cas où l'instabilité est majeure, une ligamentoplastie selon Eaton avec réinsertion capsulaire dorsale complémentaire sur ancres Mitek nous semble préférable (figure 6.33). L'immobilisation ou la broche sont retirées au-delà de six semaines et la rééducation peut démarrer. Dans le cas où une ligamentoplastie n'a pas été réalisée dans l'urgence, l'examen à distance doit dépister une instabilité TM résiduelle. Celle-ci nécessitera une correction secondaire avant la survenue de l'arthrose.

La luxation trapézométacarpienne dans le contexte d'une main de *blast*

La luxation TM n'est ici qu'une des composantes du traumatisme pluritissulaire. La classification de Coulet et Chammas [2] détaille les lésions de blast. Le grade 1 concerne les lésions musculocutanées pures, le grade 2 les lésions ostéoarticulaires du pouce et de l'index sans atteinte TM, le grade 3 correspond à l'atteinte TM, le grade 4 à l'amputation ou dévascularisation du pouce. Ces lésions sont consécutives à l'usage festif ou criminel d'engins explosifs de forte puissance, achetés ou de fabrication artisanale (figure 6.34). L'explosion entraine la dissociation entre le pouce et les doigts longs, avec le plus souvent une première commissure dont les muscles et le revêtement cutané sont littéralement « soufflés ». La lésion se complète par une atteinte de l'index ou du médius, qui peuvent être amputés ou faire l'objet de fractures ou luxations ouvertes multiples, et sont fréquemment

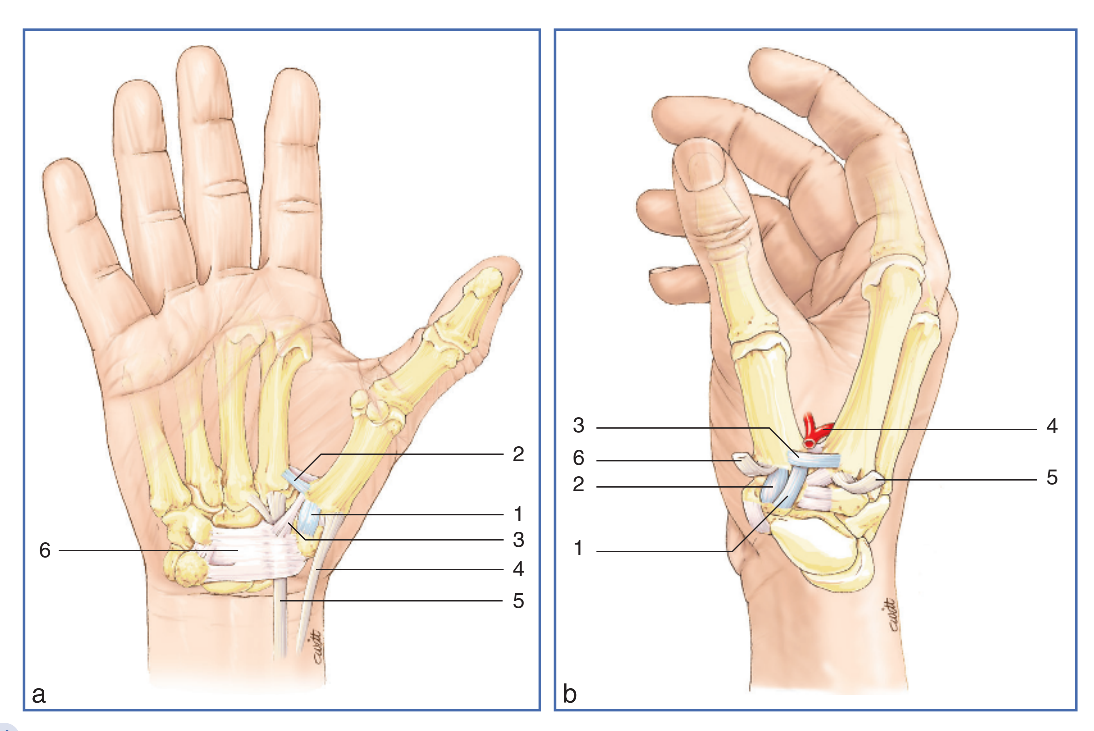


Figure 6.31

Les structures ligamentaires de l'articulation trapézométacarpienne.
a. Les ligaments palmaires.
1. Ligament antérieur oblique superficiel (SAOL, pour *superficial anterior oblique ligament*). 2. Ligament intermétacarpien (IML, pour *intermetacarpal ligament*). 3. Ligament collatéral ulnaire (UCL, pour *ulnar collateral ligament*). 4. Long abducteur du pouce (APL, pour *abductor pollicis longus*). 5. *Flexor carpi radialis* (FCR). 6. Ligament annulaire du carpe.
b. Les ligaments dorsaux.
1. Ligament postérieur oblique (POL, pour *posterior oblique ligament*). 2. Ligament postérieur oblique de Kuhlmann (DRL, pour dorsorad*ial ligament*). 3. Ligament intermétacarpien dorsal (DIML, pour *dorsal intermetacarpal ligament*). 4. Artère radiale. 5. 1er radial (ECRL, pour *extensor carpi radialis longus*). 6. APL).

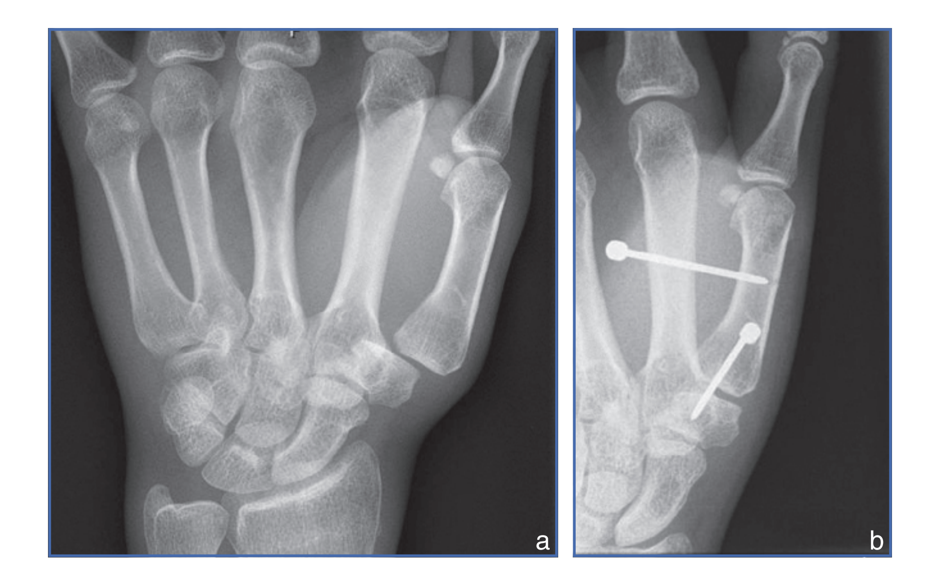
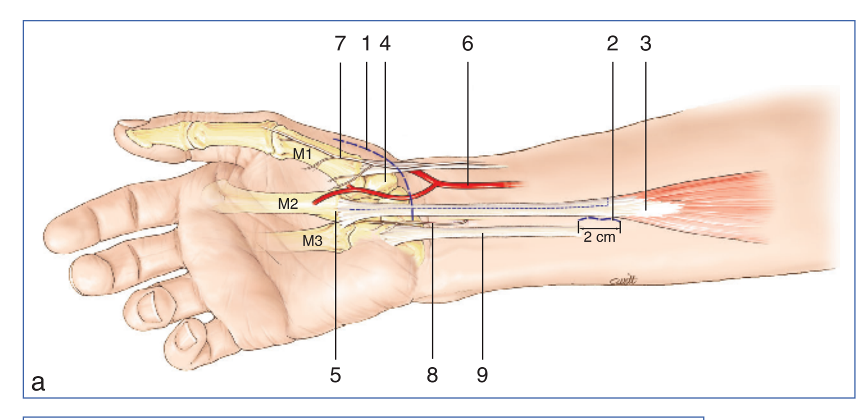
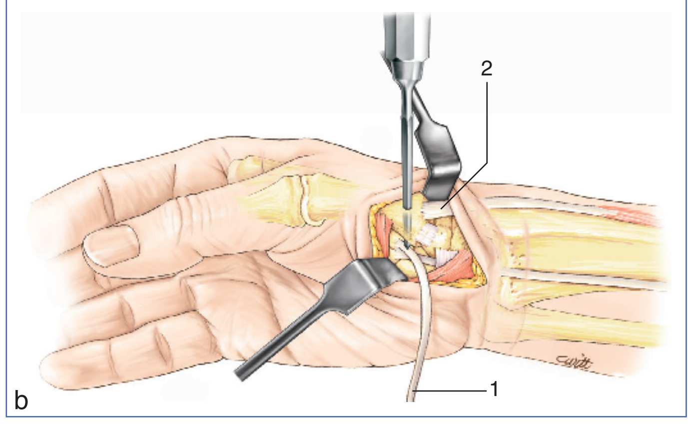


Figure 6.32

a, b. Luxation trapézométacarpienne isolée immobilisée par deux broches divergentes M1-M2.





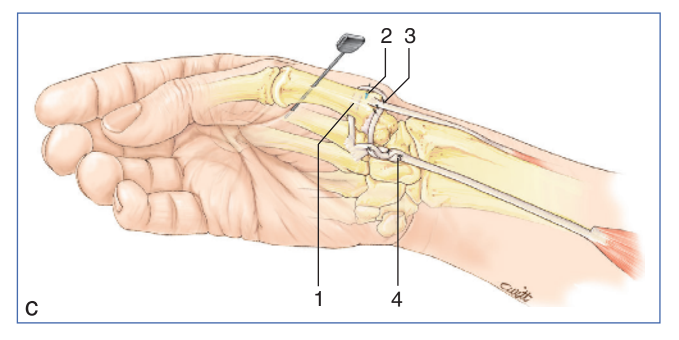


Figure 6.33

Ligamentoplastie d'Eaton-Littler utilisant la moitié du fléchisseur radial du carpe.

a. 1. Voie d'abord thénarienne. 2. Incision de 2 cm de long à la jonction musculotendineuse du FCR pour prélever sa moitié radiale. 3 (FCR). 4. Trapèze. 5. Insertion du FCR à la base du 2e métacarpien. 6. Artère radiale. 7. Branche superficielle du nerf radial. 8. Branche cutanéopalmaire du nerf médian. 9. PL.

b. 1. Le tendon est extrait jusqu'à son attache métacarpienne. 2. Long abducteur du pouce (APL).

c. L'hémi-tendon est passé dans le tunnel transosseux (1), puis, mis sous tension sans excès, il est soit suturé au périosté soit fixé à l'aide d'une ancre Mitek-Minilock (2). La ligamentoplastie croise en avant le long abducteur et quelques points la fixent à la base capsulaire du premier métacarpien (3), elle est alors suturée selon Pulvertaft au tendon du FCR restant (4). Une broche de Kirschner intermétacarpienne M1-M2 fixe pour 6 semaines le premier métacarpien en antépulsion.

dévascularisés. Il faut prêter attention aux luxations carpométacarpiennes des doigts longs, qui peuvent passer inaperçues devant la multiplicité des lésions. Sur le versant du pouce, la luxation TM est classique, avec destruction complète du plan ligamentaire palmaire et atteinte du pédicule collatéral palmaire cubital. Le déplacement est souvent important, mais cette lésion doit absolument être recherchée par testing si les radiographies ne sont pas évidentes.

La prise en charge chirurgicale doit être faite en urgence, par un chirurgien entraîné, avec un parage large des lésions et une réparation la plus complète possible selon le principe du TTMP. La stabilisation du squelette par broches, la réparation microchirurgicale des pédicules, les reconstructions tendineuses, puis enfin la couverture cutanée sont indispensables sur le plus grand nombre de rayons possible, dans le même temps opératoire en urgence. La luxation TM

Figure 6.34

Luxation ouverte trapézométacarpienne par explosion de pétard.

n'est ici qu'un des éléments du tableau. Compte tenu de la sévérité de la destruction ligamentaire TM fréquemment observée et de l'exposition large offerte par la plaie, nous proposons une stabilisation par ligamentoplastie transosseuse d'emblée, à l'aide d'un hémi-FCR selon la technique d'Eaton-Littler [5]. Un pansement compressif est réalisé et les mesures positionnelles classiques sont utilisées pour lutter contre l'œdème. Un *second-look* chirurgical est pratiqué quelques jours plus tard afin de compléter le parage tissulaire et pour procéder à la couverture de la première commissure par un LIOP si nécessaire. Il ne faut pas hésiter à réaliser un brochage M1–M2 selon Iselin pour protéger la 1re commissure de toute rétraction par fibrose musculaire. La mobilisation des doigts doit être encadrée ultérieurement par l'équipe de rééducation spécialisée et sera autorisée en fonction des lésions présentes. La TM du pouce peut être sollicitée à partir de six semaines après la reconstruction ligamentaire.

Références

[1] Agarwall A, Agarwall R. An unusual farm injury : divergent carpometacarpal joint dislocations. J Hand Surg 2005 ; 30B(6) : 633–4.

[2] Berg EE, Murphy DF. Ulnopalmar dislocation of the fifth carpometacarpal joint. Successful closed reduction : review of the literature and anatomic reevaluation. J Hand Surg 1986 ; 11A : 521–5.

[3] Bergfield TG, DuPuy TE, Aulicino PL. Fracture-dislocations of all five carpometacarpal joints : a case report. J Hand Surg 1985 ; 10A : 76–8.

[4] Bettinger P.C., Linscheid R.L., Berger R.A., Cooney W.P., An K.N.. An anatomic study of the stabilizing ligaments of the trapezium and trapeziometacarpal joint. J Hand Surg 1999 ; 24(4) : 786–98.

[5] Blandin N. Luxation incomplète du troisième métacarpien en haut. J des Connaissances Méd-Chir 1844 ; 12 : 177–9.

[6] Bora FW, Didizian NH. The treatment of injuries to the carpometacarpal joint of the little finger. J Bone Joint Surg 1974 ; 56A : 1459–63.

[7] Bourguet. Observations pour servir à l'histoire des luxations des doigts de la main. Obs. VIII. Luxation incomplète du second métacarpien en avant sans division des téguments ; réduction le sixième jour de l'accident. Rev Méd Chir 1853 ; 14 : 94–5.

[8] Bouriat P, Foucher G. Les incidences radiographiques en chirurgie de la main. Ann Chir Main 1989 ; 8(1) : 67–77.

[9] Bowen TL. Injuries of the hamate bone. Hand 1973 ; 5 : 235–8.

[10] Breiting V. Simultaneous dislocation of the bases of the four ulnar metacarpals upon the last row of carpals. Hand 1983 ; 15 : 287–9.

[11] Cain JE, Shepler TR, Wilson MR. Hamatometacarpal fracture-dislocation : classification and treatment. J Hand Surg 1987 ; 12A : 762–7.

[12] Chen VT. Dislocation of carpometacarpal joint of the little finger. J Hand Surg 1987 ; 12B : 260–3.

[13] Chmell S, Light TR, Blair SJ. Fracture and fracture-dislocation of ulnar carpometacarpal joint. Orthop Rev 1982 ; 11 : 102–7.

[14] Chong AKS, Chew WYC. An isolated ring finger metacarpal shaft fracture ? Beware an associated little finger carpometacarpal joint dislocation. J Hand Surg 2004 ; 29(6) : 629–31.

[15] Cooper A. Œuvres chirurgicales traduites par Chassaignac et Richelot ; 1837. p. 121.

[16] Costagliola M, Micheau Ph, Mansat Ch, et al. Les luxations carpo-métacarpiennes. Ann Chir 1966 ; 20 : 1466–86.

[17] Coulet B, Lacombe F, Daussin PA, Chammas M. Treatment of blast injuries of the hand. Chir Main 2004 ; 23(5) : 215–23.

[18] De Beer J de V, Maloon S, Anderson P, et al. Multiple carpometacarpal dislocations. J Hand Surg 1989 ; 14B : 105–8.

[19] Dell PC, Brushart TM, Smith RJ. Treatment of trapeziometacarpal arthritis : results of resection arthroplasty. J Hand Surg 1978 ; 3A : 243–9.

[20] Dobyns JH, Linscheid RL, Cooney WP. Fractures and dislocations of the wrist and hand, then and now. J Hand Surg 1983 ; 8 : 687–90.

[21] Earle AS, Vlastou C. Crossed fingers and other tests of ulnar nerve motor function. J Hand Surg 1980 ; 5 : 560–5.

[22] Eaton RG, Littler JW. Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint. J Bone Joint Surg, 1973 ; 55(8) : 1655–66.

[23] Edmunds JO. Traumatic dislocations ans instability of the trapeziometacarpal joint of the thumb. Hand Clin, 2006 ; 22(3) : 365–92.

[24] Edmunds JO. Current concepts of the anatomy of the thumb trapeziometacarpal joint. J Hand Surg 2011 ; 36(1) : 170–82.

[25] Edwards A, Pike J, Bird J. Simultaneous carpometacarpal joint dislocation of the thumb and all four fingers. Injury 2000 ; 31 : 116–8.

[26] El-Bacha A. The carpometacarpal joints (excluding the trapeziometacarpal). In : Tubiana R, editor. The Hand. Vol. 1. Philadelphia : W. B. Saunders ; 1981. p. 158–68.

[27] Fischer MR, Rogers LF, Henrix RW. Carpometacarpal dislocations. Crit Rev Diagn Imaging 1984 ; 22 : 95–126.

[28] Freeland AE, Finley JS. Displaced dorsal oblique fracture of the hamate treated with a cortical mini lag screw. J Hand Surg 1986 ; 11A : 656–8.

[29] Garcia-Elias M, Bishop AT, Dobyns JH, et al. Transcarpal carpometacarpal dislocations, excluding the thumb. J Hand Surg 1990 ; 15A : 531–40.

[30] Gerard F, Tropet Y, Obert L. Trapezo-metacarpal and metacarpophalangeal dislocation of the thumb associated with a carpometacarpal dislocation of the four fingers. Chir Main 1999 ; 18 : 205–8.

[31] Gore DR. Carpometacarpal dislocation producing compression of the deep branch of the ulnar nerve. J Bone Joint Surg 1971 ; 53A : 1387–90.

[32] Gunther SF. The carpometacarpal joints. Orthop Clin North Am 1984 ; 15 : 259–77.

[33] Gunther SF, Bruno PD. Divergent dislocation of the carpometacarpal joints : a case report. J Hand Surg 1985; 10A : 197–201.
[34] Gurland M. Carpometacarpal joint injuries of the fingers. Hand Clin 1992; 8 : 733–44.
[35] Hartwig RH, Louis DS. Multiple carpometacarpal dislocations. J Bone Joint Surg 1979; 61A : 906–8.
[36] Harwin SF, Fox JM, Sedlin ED. Volar dislocation of the bases of the second and third metacarpals : A case report. J Bone Joint Surg 1975; 57A : 849–51.
[37] Henderson JJ, Akafa MAM. Carpometacarpal dislocation. An easily missed diagnosis. J Bone Joint Surg 1987; 69B : 212–4.
[38] Hocker K. Die verletzung des hamatometakarpalen gelenkes : Behandlungsrichtlinien anhand eines neuen klassifikationsschemas. Akt Traumatol 1994; 24 : 169–72.
[39] Howard FM. Ulnar nerve palsy in wrist fracture. J Bone Joint Surg 1961; 43A : 1197–201.
[40] Hsu JD, Curtis RM. Carpometacarpal dislocation on the ulnar site of the hand. J Bone Joint Surg 1970; 52A : 927–30.
[41] Imbriglia JE. Chronic dorsal carpometacarpal disocation of the index, middle, ring and little finger : A case report. J Hand Surg 1979; 4 : 343–5.
[42] Joseph RB, Linscheid RL, Dobyns JH, et al. Chronic sprains of the carpometacarpal joints. J Hand Surg 1981; 6 : 172–80.
[43] Kimura H, Kamura S, Akai M, et al. An unusual coronal fracture of the body of the hamate bone. J Hand Surg 1988; 13A : 743–5.
[44] Kleinman WB, Grantham SA. Multiple volar carpometacarpal joint dislocation : Case report of traumatic volar dislocation of the medial four carpometacarpal joints in child and review of the literature. J Hand Surg 1978; 3 : 377–82.
[45] Kneife F. Simultaneous dislocations of the five carpometacarpal joints. Injury 2002; 20 : 295–6.
[46] Kumar R, Malhotra R. Divergent fracture-dislocation of the second carpometacarpal joint and the three ulnar carpometacarpal joints. J Hand Surg 2001; 26A : 123–9.
[47] Laforgia R, Specchiulli F, Mariani A. Dorsal dislocation of the fifth carpometacarpal joint. J Hand Surg 1990; 15A : 463–5.
[48] Latifi M, Chafik R, Madhar M, et al. La luxation carpométacarpienne antérieure complète des doigts. À propos d'un cas. Chir Main 2005; 24 : 106–8.
[49] Lawlis JF, Gunther SF. Carpometacarpal dislocation : Longterm follow-up. J Bone Joint Surg 1991; 73A : 52–9.
[50] Liaw Y, Kalnins G, Kirsh G, et al. Combined fourth and fifth metacarpal fracture and fifth carpometacarpal joint dislocation. J Hand Surg 1995; 20B : 249–52.
[51] Lilling M, Weinberg H. The mechanism of dorsal fracture dislocation of the fifth carpometacarpal joint. J Hand Surg 1979; 4 : 340–2.
[52] Loth TS, McMillan MD. Coronal dorsal hamate fractures. J Hand Surg 1988; 13A : 616–8.
[53] Marck KW, Klasen HJ. Fracture-dislocation of the hamatometacarpal joint : A case report. J Hand Surg 1986; 11A : 128–30.
[54] Masquelet AC, Nordin JY, Savary L, et al. À propos d'un cas de luxation antérieure des quatre derniers métacarpiens. Ann Chir Main 1986; 5(1) : 63–6.
[55] McCarthy C.M, Awan H.M. Trapeziometacarpal dislocation without fracture. J Hand Surg 2014; 39(11) : 2292–3.
[56] Mueller JJ. Carpometacarpal dislocations : Report of five cases and review of the literature. J Hand Surg 1986; 11A : 184–8.
[57] North ER, Eaton RG. Volar dislocation of the fifth metacarpal : Report of two cases. J Bone Joint Surg 1980; 62A : 657–9.
[58] Parkinson RW, Patron RW. Carpometacarpal dislocation : an aid to diagnosis. Injury 1992; 23 : 187–8.
[59] Perez G. Pathologie de la main du boxeur. Approche technique de la traumatologie. In : Allieu Y, editor. La main du sportif. Monographies du Groupe d'étude de la main. Paris : Expansion scientifique française; 1995. p. 63–8.
[60] Peterson P, Sacks S. Fracture-dislocation of the base of the fifth metacarpal associated with injury to the deep motor branch of the ulnar nerve : A case report. J Hand Surg 1986; 11A : 525–8.
[61] Polveche G, Cordonier D, Thery D, et al. Une variété rare de luxation du carpe : La luxation verticale externe. Ann Chir Main 1995; 14(3) : 159–66.
[62] Pullen C, Richardson M, McCullough K, et al. Injuries to the ulnar carpometacarpal region : Are they being underdiagnosed? Aust NZ J Surg 1995; 65 : 257–61.
[63] Rawles JD. Dislocations and fracture-dislocations at the carpometacarpal joints of the fingers. Hand Clin 1988; 4 : 103–12.
[64] Resnick SM, Greene TL, Roeser W. Simultaneous dislocation of the five carpometacarpal joints. Clin Orthop Relat Res 1985; 192 : 210–4.
[65] Roth JH, de Lorenzi C. Displaced intra-articular coronal fracture of the body of the hamate treated with a Herbert screw. J Hand Surg 1988; 13A : 619–21.
[66] Roux J. Luxation des os du métacarpe dans leur articulation carpo-métacarpienne. Un Méd Frat Franç 1848; 224.
[67] Sandzen SC. Fracture of the fifth metacarpal : Resembling Bennett's fracture. Hand 1973; 5 : 49–51.
[68] Schuhl JF, Frère G. Fractures verticales de l'os crochu. Ann Chir Main 1983; 2(3) : 273–6.
[69] Sedel L. Les luxations carpo-métacarpiennes. À propos de 11 cas. Ann Chir 1975; 29(5) : 481–9.
[70] Shephard E. Carpo-metacarpal dislocation : Report of four cases. J Bone Joint Surg 1960; 42B : 772–7.
[71] Simonian PT., Trumble TE. Traumatic dislocation of the thumb carpometacarpal joint : early ligamentous reconstruction versus closed reduction and pinning. J Hand 1996; 21(5) : 802–6.
[72] Storm JO. Traumatic dislocation of the fourth and fifth carpo-metacarpal joints : A case report. J Hand Surg 1988; 13B : 210–1.
[73] Thomas AP, Birch R. An unusual hamate fracture. Hand 1983; 15 : 281–6.
[74] Thomas WO, Gottliebson WM, D'Amore TF, et al. Isolated palmar displaced fracture of the base of the index metacarpal : A case report. J Hand Surg 1994; 19A : 455–6.
[75] Viegas SF, Crossley M, Marzke M, et al. The fourth carpometacarpal joint. J Hand Surg 1991; 16A : 525–33.
[76] Wagner CJ. Method of treatment of Bennett's fracture dislocation. Am J Surg 1950; 80 : 230–1.
[77] Watt N, Hooper G. Dislocation of the trapezio-metacarpal joint. J Hand Surg Br 1987; 12(2) : 242–5.
[78] Waugh RL, Yancey AG. Carpometacarpal dislocations : With particular reference to simultaneous dislocation of the bases of the fourth and fifth metacarpals. J Bone Joint Surg 1948; 30A : 397–404.
[79] Weiland AJ, Lister GD, Villarreal-Rios A. Volar fracture-dislocations of the second and third carpometacarpal joints associated with acute carpal tunnel syndrome. J Trauma 1976; 16 : 672–5.
[80] Weiss C, Laskin RS, Spinner M. Irreductible radiocarpal dislocation : a case report. J Bone Joint Surg 1970; 52A : 562–4.

Chapitre 7

Fractures des métacarpiens et des phalanges

M. Merle, Th. Jager,
Avec la collaboration de M. Isel, B. Lallemand, A. Durand, Ph. Voche

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

La réduction et la stabilisation des fractures du squelette métacarpophalangien sont un impératif pour autoriser une mobilisation précoce qui reste le meilleur moyen pour lutter contre l'œdème, l'enraidissement articulaire et les adhérences tendinopériostées.

La durée moyenne d'arrêt de travail pour une fracture de la 1re phalange est selon Barton [3, 4] de 4,3 à 8,4 semaines. Ces variations sont dues aux différentes localisations des fractures et à la nature du traumatisme. On ne peut ignorer l'incidence socioéconomique de telles lésions, ce qui peut justifier le choix du traitement chirurgical qui autorisera une mobilisation précoce.

Ce chapitre n'est pas un plaidoyer pour l'ostéosynthèse car nous considérons que 80 % des fractures relèvent du traitement orthopédique. Mais, si le choix de l'ostéosynthèse est fait, celle-ci doit être d'une réalisation technique parfaite afin d'assurer une réduction anatomique quasi ad integrum et garantir une stabilité autorisant une mobilisation active précoce.

C'est dès le début du XXe siècle qu'Albin Lambotte a utilisé l'enclouage de fractures des métacarpiens, puis les principales étapes évolutives de l'ostéosynthèse du squelette de la main ont été les suivantes :

- *Clifford [16], Nemethi [77] et Lister [65] développèrent la technique de Robertson [87] qui consiste à réaliser un abord direct du foyer de fracture pour le stabiliser en associant brochage et cerclage ;*
- *Evrard [26] proposa l'enclouage centromédullaire des métacarpiens en 1973. Foucher [28] adaptera ce principe en ajoutant du ciment pour réaliser des replantations digitales et traiter les fractures complexes ;*
- *Kilbourne et Paul [57], en 1958, furent les précurseurs du vissage des petits os. Tupper [112], puis Michon [75] présentèrent des microboulons de 1 mm de diamètre destinés au traitement des fractures articulaires. Ikuta et Tsuge en 1974 utilisèrent à leur tour des vis de petite taille.*

Le groupe AO, avec Simoneta [l01] et Heim et Pfeiffer [39], développa dans les années 1970 un abondant matériel dédié à la main mais qui, par son volume et son implantation sous l'appareil extenseur, fut à l'origine de nombreux déficits fonctionnels voire de rupture de cet appareil extenseur.

Le souci de miniaturisation fut celui de Foucher, Merle, Michon [30, 31] et Constantinesco [17] qui, à partir d'études biomécaniques, miniaturisèrent le matériel d'apposition compte tenu des faibles contraintes appliquées aux chaînes digitales, ceci dans le but d'interférer au minimum avec les espaces de glissement tendineux. Ce concept de miniaturisation a été largement repris et développé depuis ces trente dernières années avec l'utilisation du titane, de microvis canulées, etc.

L'arsenal thérapeutique comprend également l'utilisation du fixateur externe dont la forme la plus rudimentaire est l'utilisation de broches de Kirschner qui sont solidarisées par du ciment acrylique (Crockett) [19]. Allieu [1] a développé une génération de fixateurs externes adaptés à la main en insistant sur les indications qui doivent se limiter au sauvetage lors des traumatismes complexes, alors que Schuind et Bumy [55, 95] ont promu à l'excès les indications du fixateur externe. Plus récemment, sont apparus des modèles de fixateurs dynamiques adaptés aux fractures articulaires dont le plus élaboré et le plus facile d'utilisation est le Ligamentotaxor® développé par Arex [79, 92, 106].

Les matériaux résorbables sont d'utilisation plus récente. Nous avons, depuis 1989, développé et utilisé des broches intramédullaires en acide polylactique de haute résistance [113]. Cette génération d'implants à résorption lente augure de la mise au point de mini-vis de mêmes caractéristiques [l 16] dont l'utilisation est encore très limitée.

Cet inventaire des méthodes d'ostéosynthèse montre que la miniaturisation du matériel a permis d'être plus offensif dans le traitement. Robins [88], dès 1961, avait parfaitement défini le champ d'application de l'ostéosynthèse en la préconisant pour les fractures diaphysaires de phalange ne répondant pas au traitement orthopédique, pour les fractures articulaires et juxta articulaires et les traumatismes complexes. La prise en charge des fractures des métacarpes et des phalanges nécessite une bonne connaissance de la biomécanique de la main et des mécanismes de déformation. L'attitude thérapeutique doit séparer les fractures fermées des fractures ouvertes avec des lésions associées. Ce sont deux univers différents avec chacun un arbre thérapeutique décisionnel.

Pour ce qui concerne les fractures fermées, les études randomisées les plus récentes ont montré que pour les fractures du col du 5e métacarpien ayant une angulation de 40° à 50° traitées de façon orthopédique, on obtient un résultat équivalent à celui de la série traitée chirurgicalement par la technique du bouquet [102]. De même, pour les fractures spiroïdes des métacarpiens si le raccourcissement est inférieur à 5 mm et le ligament intermétacarpien intact, le résultat fonctionnel obtenu par la seule mobilisation précoce sans port d'attelle ni orthèse est plus rapide que celui obtenu par ostéosynthèse, de plus sans les complications inhérentes à toute chirurgie [35, 56, 122]. Ces choix thérapeutiques sont privilégiés par nos collègues de l'Europe du nord qui s'appuient certes sur leur série clinique mais qui mettent en avant le coût d'une prise en charge chirurgicale. Pour notre part, il ne faut pas tolérer à l'excès les angulations et les raccourcissements des chaînes digitales, qui finissent par retentir sur la fonction et l'aspect de la main.

Lorsque les fractures articulaires ou juxta-articulaires sont instables, il est préférable de privilégier l'ostéosynthèse percutanée par broches ou microvis canulées [64]. Seuls les échecs ou les impossibilités techniques doivent conduire à un abord direct de la fracture en sachant que toute introduction de matériel, même le plus miniaturisé, ne met pas à l'abri d'adhérences avec l'appareil extenseur et d'enraidissement articulaire. Par ailleurs, le traitement des fractures articulaires les plus comminutives bénéficie de la traction dynamique. Les fractures ouvertes impliquent une prise en charge chirurgicale car elles sont souvent la conséquence d'un traumatisme direct, contaminant, atteignant d'autres structures (couverture cutanée, tendons, pédicules vasculonerveux). La réduction et la stabilisation de ces fractures sont un prérequis pour assurer le traitement des lésions associées par des techniques compatibles avec une mobilisation précoce. Ici, le risque septique doit être traité par un parage chirurgical complet suivi d'une couverture cutanée qui utilisera toutes les techniques de lambeaux locaux. Tout autre protocole ne pourra que conduire à une chirurgie secondaire de ténolyse, d'arthrolyse, de cure de cals vicieux ou de pseudarthrose, avec le risque d'un échec fonctionnel.

Physiologie et physiopathologie

Les arches de la main

La main comporte deux arches : l'une transversale, qui correspond aux articulations métacarpophalangiennes, l'autre longitudinale, centrée sur le 3e rayon. Ces deux arches à concavité palmaire donnent à la main une forme de cupule qui ne peut que favoriser la préhension. Les 2e et 3e métacarpiens sont fixes et solidement unis à la deuxième rangée du carpe, les 1er, 4e et 5e métacarpiens sont mobiles et contribuent à creuser la main et à améliorer la préhension.

Les métacarpiens fixes, M2 et M3, acceptent mal la déformation et doivent bénéficier de tous les moyens thérapeutiques pour restaurer leur anatomie. Les 4e et 5e métacarpiens, quant à eux, tolèrent mieux les déformations grâce à leur mobilité carpométacarpienne et à la possibilité d'hyperextension des métacarpophalangiennes.

La force de serrage d'une main est préservée si l'arche métacarpienne est restaurée. Il est donc souhaitable de réduire les fractures obliques et spiroïdes afin de rétablir la longueur et l'axe des métacarpiens. Meunier [74] a démontré qu'un accourcissement de seulement 2 mm d'un métacarpien provoquait une perte de 8 % de la force de la fonction intrinsèque. Il évalue la perte à 55 % lorsque l'accourcissement est de 10 mm. Low [68] note une diminution de la fonction extrinsèque dès 3 mm d'accourcissement et à partir de 30° de bascule angulaire.

Les doigts longs sont articulés autour des métacarpophalangiennes qui ont une flexion active de 90°. Les articulations IPP et IPD fléchissent respectivement à 100° et 70°.

Chaque chaîne digitale ne peut espérer cette fonction que si la longueur du métacarpien et des phalanges s'inscrit dans la série numérique de Fibonacci (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, etc.). Ainsi, la longueur de la première phalange est l'addition de celle des phalanges moyennes et distales, ce qui implique un traitement restaurant la stricte longueur de chacun des composants du squelette. Dans ce contexte, Strauch [105] note une perte de 7° d'extension tous les 2 mm d'accourcissement du squelette.

Les chaînes digitales longues, apparemment parallèles en extension, convergent en flexion vers le tubercule du scaphoïde. La survenue d'un trouble de rotation de plus de 5° entraîne une gêne fonctionnelle, surtout lorsqu'un chevauchement digital s'ajoute au défaut de rotation. Le pouce garde l'essentiel de sa fonction tant que l'articulation trapézo métacarpienne est libre et que la 1re commissure est indemne de toute rétraction ; de plus, il tolère un certain degré d'enraidissement, voire de blocage des articulations MP et IP.

Les mécanismes de déformation

Ils ont parfaitement été décrits et analysés par Mac Nealy et Lichtenstein [69].

Les fractures des métacarpiens

L'action des tendons fléchisseurs et des muscles interosseux entraîne une flexion palmaire du fragment osseux distal avec ouverture dorsale du foyer de fracture (figure 7.1). Cette déformation est encore plus marquée lorsqu'il s'agit de fractures intéressant le col des métacarpiens.

Les interosseux induisent également une rotation axiale du fragment distal. Les 2e et 3e métacarpiens ont tendance à la pronation (rotation cubitale) alors que les 4e et 5e métacarpiens ont tendance à la supination (rotation radiale). Ces déformations peuvent passer inaperçues lorsque les doigts sont en extension. Seule la mise en flexion des doigts longs objectivera la déformation qui se traduit par le chevauchement du rayon fracturé avec son voisin (figure 7.2).

Toute tentative de réduction d'une fracture doit s'assurer qu'elle restaure la convergence des doigts longs vers le tubercule du scaphoïde.

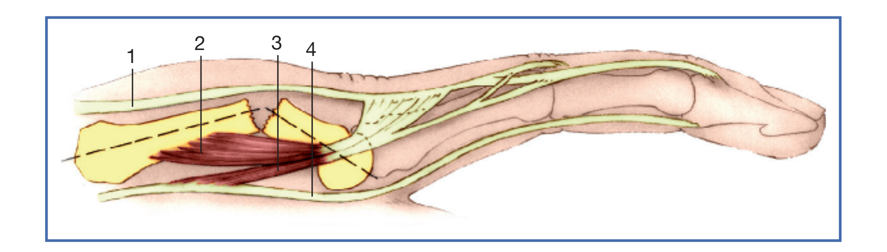


Figure 7.1

Sous l'action conjuguée des interosseux et des tendons fléchisseurs, le fragment distal des métacarpiens se fléchit.
1. Tendon extenseur. 2. Interosseux. 3 et 4. Tendons fléchisseurs.

Figure 7.2

Chevauchement de l'index sur le médius.
Conséquence d'une insuffisance de réduction de la fracture en rotation.

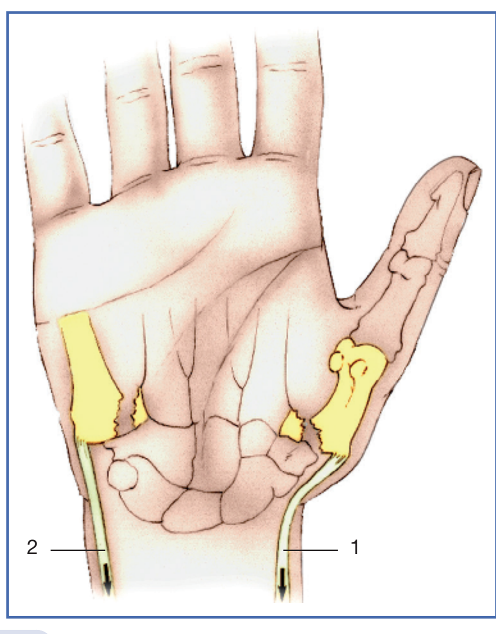


Figure 7.3

Dans la fracture de Bennett, le 1er métacarpien se déplace en haut et en arrière sous l'action du long abducteur du pouce (1). Le même mécanisme se retrouve pour les fractures articulaires de la base du Ve métacarpien sous l'action du cubital postérieur (2).

Les interosseux, par leur pouvoir de contraction, raccourcissent les métacarpiens présentant des traits de fractures obliques longs ou spiroïdes.

Dans la fracture de Bennett [5], le 1er métacarpien se déplace en haut et en dehors sous l'action du long abducteur du pouce et des muscles thénariens (figure 7.3).

La fracture de la base du 5e métacarpien provoque le même phénomène sous l'action du cubital postérieur (figure 7.3).

Les traumatismes directs et axiaux sur les métacarpiens des doigts longs créent des fractures-luxations au niveau de leur base. Le fragment osseux palmaire reste solidaire des os du carpe. Sous l'action des radiaux, les 2e et 3e métacarpiens se luxent en haut et en arrière créant une saillie dorsale en « dos de fourchette » souvent masquée par l'œdème et l'hématome.

Les fractures des phalanges

Les fractures diaphysaires de P1

Sous l'action des interosseux, le fragment proximal se fléchit, le fragment distal se met en extension sous l'action des bandelettes latérales de l'appareil extenseur réalisant un *recurvatum* avec ouverture palmaire du foyer de fracture (figure 7.4).

L'inclinaison latérale du fragment distal est plus évidente cliniquement; elle dépend de la nature du traumatisme et du trait de fracture. En revanche, la rotation axiale est fréquente mais ne peut se diagnostiquer cliniquement et par radiographie que doigt fléchi.

Les fractures diaphysaires de P2

Lorsque le trait de fracture est proximal à l'insertion du tendon fléchisseur superficiel, le fragment proximal est attiré en extension par la bandelette médiane du tendon extenseur et le fragment distal est fléchi par l'action du fléchisseur superficiel. La déformation crée une angulation à ouverture dorsale (figure 7.5). Lorsque le trait de fracture

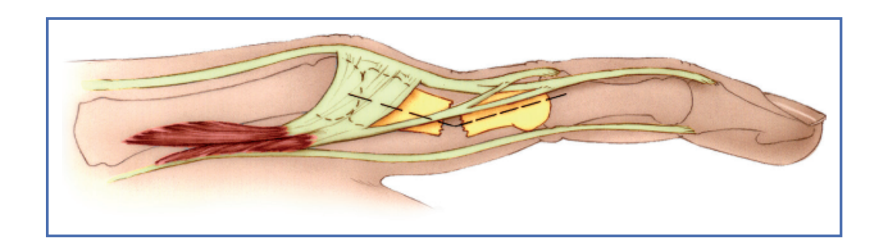


Figure 7.4

Sous l'action des interosseux, le fragment proximal d'une fracture diaphysaire de la 1re phalange se fléchit entraînant une angulation à ouverture palmaire.

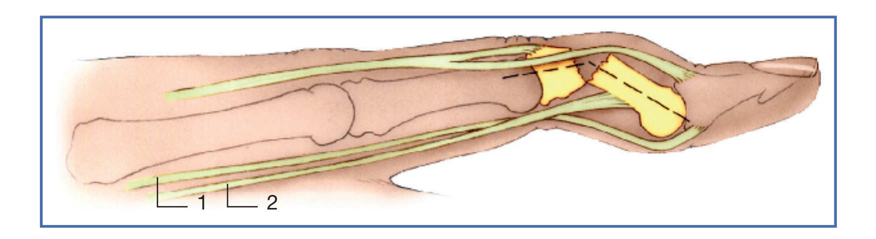


Figure 7.5

La fracture de la 2e phalange située en amont de l'insertion du tendon fléchisseur superficiel (2) développe une angulation à ouverture dorsale.
1. Fléchisseur profond. 2. Fléchisseur superficiel.

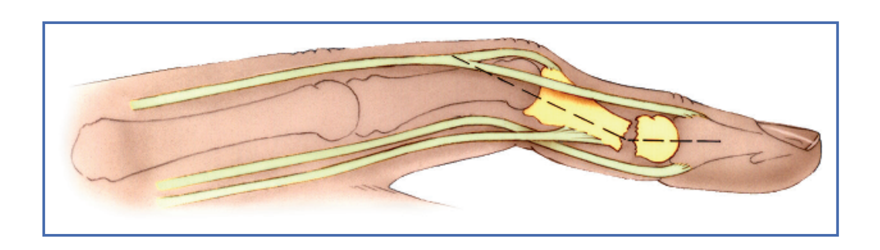


Figure 7.6

La fracture de la 2e phalange située en aval de l'insertion du tendon fléchisseur superficiel développe une angulation à ouverture palmaire.

est distal à l'insertion du tendon fléchisseur superficiel, le fragment proximal bascule en flexion et le fragment distal en extension, créant une déformation à ouverture palmaire (figure 7.6).

Les délais de consolidation

Ils sont classiquement [76] de 3 à 5 semaines pour les métacarpiens et les fractures épiphysaires, de 5 à 7 semaines pour les fractures diaphysaires de la 1re phalange, de 7 à 10 semaines pour la 2e phalange et de 3 à 4 semaines pour les fractures de la 3e phalange. L'ostéosynthèse directe double ces délais [32]. Enfin, des facteurs annexes se surajoutent tels que l'importance, le mécanisme et l'énergie du traumatisme causal, la présence de lésions associées : atteinte articulaire, contusion des tissus mous, comminution du foyer, lésions des pédicules vasculonerveux. L'âge du patient, son état métabolique et un éventuel tabagisme [70] interviennent dans le pronostic, tout comme la qualité de la réduction de la fracture et celle de l'ostéosynthèse.

Examen clinique et radiographique

Examen clinique

Les déformations de la main après une ou des fractures du squelette ne sont pas toujours aisées à mettre en évidence car l'œdème, voire l'hématome, peut les occulter. La déformation en *recurvatum* des phalanges est facile à repérer. En revanche, les fractures obliques ou spiroïdes sont souvent inapparentes sur un doigt en extension. C'est la flexion prudente du doigt qui montrera une déviation rotatoire. La flexion des articulations métacarpophalangiennes fait apparaître l'arche des métacarpiens. En cas de fracture du

col d'un métacarpien, la tête s'efface et, si la bascule est importante, celle-ci sera palpable dans la paume de la main en regard du pli palmaire distal, créant une gêne chez le travailleur de force, surtout lors du verrouillage. L'examen clinique devra toujours être complété par celui de l'appareil tendineux et des pédicules vasculonerveux.

Examen radiographique

L'analyse radiographique d'une fracture doit être soigneuse et ne peut se limiter à un simple cliché de face et de profil de la main.

Pour les métacarpiens, les incidences obliques à 30°, 45° et 60° permettent de dégager les superpositions osseuses du cliché de profil (figure 7.7). Sur le cliché de face, on recherchera une anomalie du clavier métacarpien avec un accourcissement qui doit éveiller les soupçons si aucune lésion n'est évidente. Le cliché de profil strict est très utile, malgré les superpositions, pour évaluer l'écart interfragmentaire en cas de fracture oblique longue et pour éliminer une luxation carpométacarpienne associée, souvent difficile à objectiver sur les clichés de face et en oblique (voir chapitre 6).

Pour le pouce, on utilisera les incidences de Kapandji [53] :

- la face statique (figure 7.8) : l'avant-bras et la main reposent sur leur bord ulnaire, la main en semi-pronation, le poignet en extension de 15°, le plan coronal du pouce devant être parallèle au plan de la table. Le rayon incident est vertical oblique, incliné de 30° en proximal et centré sur l'articulation métacarpophalangienne ;

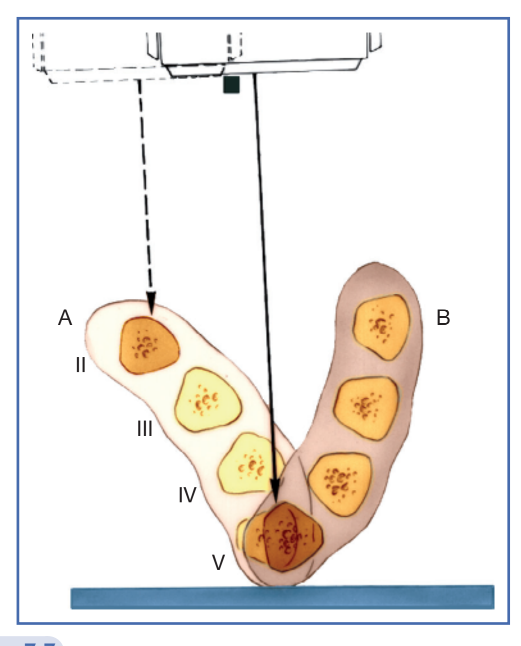


Figure 7.7

La visualisation des 2e et 5e métacarpiens s'effectue de profil en positionnant la main respectivement à 30° de pronation (A) et de supination (B).

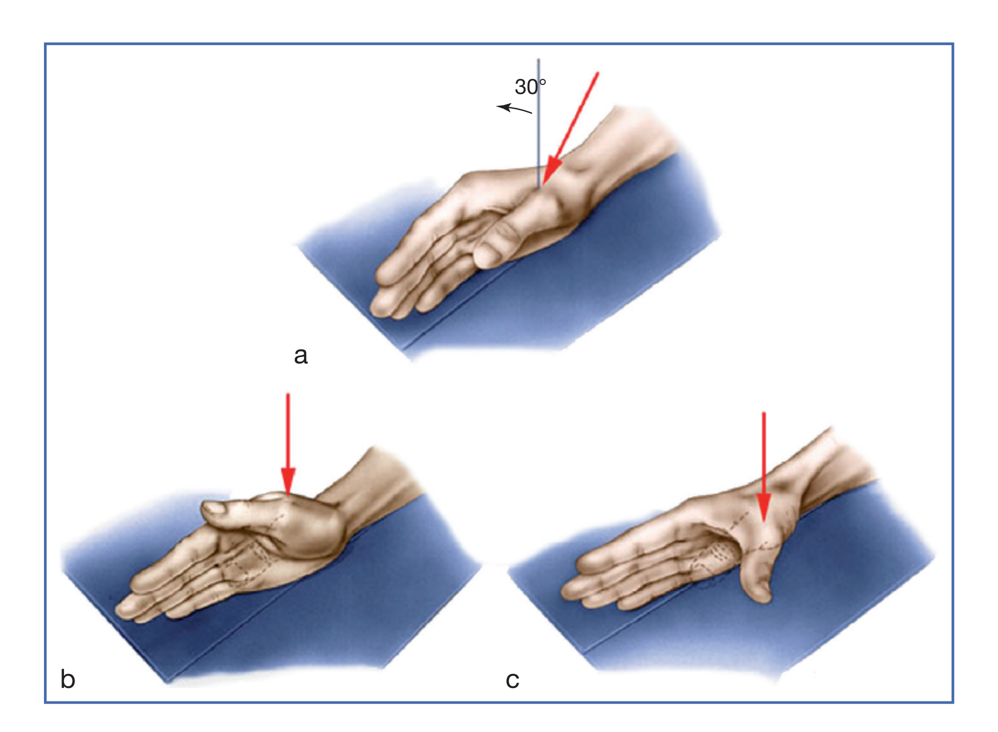


Figure 7.8

Incidences de face de la colonne du pouce selon Kapandji.

a. Incidence statique.

b. Incidence dynamique en rétroposition.

c. Incidence dynamique en antéposition.

- le profil statique (figure 7.9) : le poignet en inclinaison radiale et en extension de 20°, pouce dans le prolongement du bord radial de l'avant-bras, main en pronation. Le pouce et l'avant-bras reposent sur leur bord radial, les doigts fléchis afin de surélever le métacarpe de 30° du plan de la table. Le rayon incident est vertical, centré sur la MP ;
- les clichés dynamiques reprennent les positions des incidences statiques, pouce en hyperabduction puis en hyperadduction pour la face, pouce en hyperflexion puis en hyperextension pour le profil.

L'incidence de Brewerton [11], proposée à l'origine pour évaluer les lésions érosives rencontrées au niveau des têtes métacarpiennes dans la polyarthrite rhumatoïde, est également d'un grand intérêt dans le bilan des lésions traumatiques des articulations métacarpophalangiennes. La main est appliquée par sa face dorsale sur la cassette radiographique, les articulations métacarpophalangiennes étant fléchies à 65° et le rayon incliné de 15° vers le versant ulnaire de la main (figure 7.10).

Méthodes de traitement

La variété des fractures et leurs conséquences fonctionnelles exigent un choix thérapeutique adapté. Tubiana [110, 111] avait hiérarchisé les différentes méthodes en six catégories :

- mobilisation immédiate, immobilisation sur attelle ;
- réduction orthopédique et mobilisation précoce ;
- réduction orthopédique, ostéosynthèse par broches à foyer fermé et appareillage ;
- réduction orthopédique, ostéosynthèse par fixateur externe ;
- réduction sanglante, ostéosynthèse *a minima* n'autorisant pas une mobilisation précoce, ostéosynthèse solide, mobilisation immédiate.

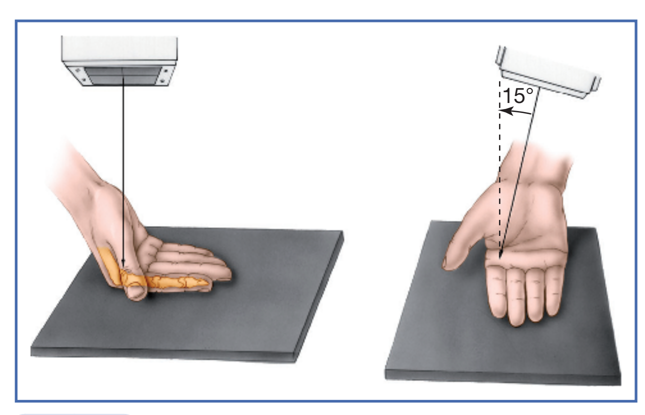


Figure 7.10

L'incidence de Brewerton place les métacarpophalangiennes à 65° de flexion et le rayon est incliné à 15° sur le versant cubital de la main.
Ces clichés permettent la mise en évidence des fractures métacarpophalangiennes mais ils sont aussi utiles dans le diagnostic des fractures de la base des 4ᵉ et 5ᵉ métacarpiens.

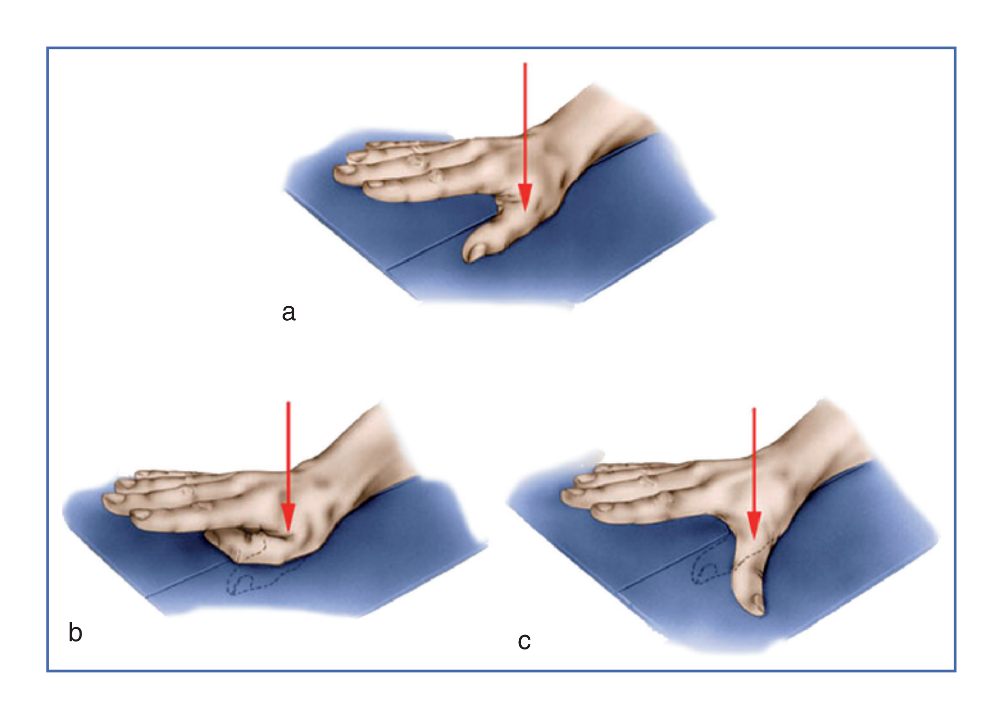


Figure 7.9

Incidences de profil de la colonne du pouce selon Kapandji.
a. Incidence statique.
b. Incidence dynamique en flexion.
c. Incidence dynamique en extension.

Il nous est apparu plus didactique de détailler le traitement en fonction de la stabilité du foyer de fracture et de l'ostéosynthèse proposée, selon un ordre d'agressivité chirurgicale et de sévérité croissante :

- traitement fonctionnel ;
- traitement orthopédique avec ou sans réduction préalable ;
- traitement percutané par broches ou vissage ;
- traitement par ostéosynthèse directe stable ;
- traitement par fixation externe ;
- traitement d'attente ou de stabilisation précaire.

La grande majorité des fractures fermées stables consolidera avec un traitement orthopédique ou fonctionnel. La fonction peut ainsi rester correcte avec une déformation de la main n'affectant pas les prises. Les impacts médicolégaux et économiques de la chirurgie, prenant en compte les risques opératoires, les coûts des implants et les frais d'hospitalisation confortent certains pays à suivre et développer cette attitude conservatrice. Pour notre part, abstraction faite de ces éléments sociétaux, les indications chirurgicales s'accroissent grâce à l'amélioration continue du matériel d'ostéosynthèse, à la meilleure compréhension biomécanique des contraintes et de la fixation des fractures. Par ailleurs, les patients insistent pour obtenir un résultat fonctionnel et esthétique rapide afin de réduire la période d'inactivité.

En revanche, il convient de rappeler que la chirurgie doit offrir au patient un résultat au moins égal à celui d'un traitement conservateur. Le patient traité doit être informé des différentes possibilités thérapeutiques avec les délais et résultats escomptés, afin de pouvoir choisir en toute connaissance de cause. L'adhésion du patient à sa prise en charge découlera de la compréhension du programme prévu. Le chirurgien doit, entre autres, évoquer les risques infectieux, la nécessité de procéder à l'ablation du matériel. Il ne doit pas esquiver le risque technique (refend supplémentaire, lésion nerveuse, tendineuse, débord de vis, etc.).

Le traitement fonctionnel

Le traitement fonctionnel fait appel à une mobilisation immédiate et prudente. Weeks [117], de La Caffinière et Mansat [21] ont observé qu'un quart des raideurs des doigts avait pour origine une fracture du squelette de la main. La mobilisation précoce, voire immédiate, est le meilleur moyen pour lutter contre l'œdème, l'enraidissement articulaire et pour préserver les espaces de glissement tendineux. Pour faciliter la mobilisation du doigt fracturé, tout en le protégeant d'amplitudes anormales, la mise en syndactylie avec le doigt voisin par un ou deux anneaux d'Elastoplast® ou de bande Velcro® cousus entre eux réalise la meilleure orthèse dynamique (figure 7.11).

Le traitement orthopédique

Le traitement orthopédique, avec ou sans réduction préalable, nécessite une immobilisation en position d'enraidissement minimal de la main. L'immobilisation sur attelle est une nécessité pour les fractures jugées instables mais elle génère de nombreuses raideurs articulaires et en particulier des cals vicieux, lorsque les articulations MP n'ont pas été fléchies entre 40 et 60° et que les IPP n'ont pas été maintenues en extension. Trop de doigts sont encore confiés à des abaisse-langues qui n'auraient jamais dû quitter la sphère ORL.

Il faut donc toujours respecter la position d'immobilisation dite de protection car elle prévient les raideurs articulaires en maintenant tendus les ligaments collatéraux. Il s'agit de la position « intrinsèque plus », le poignet est en extension à 20°, les MP sont fléchies entre 40 et 60°et les IP en extension ou en très légère flexion (15° maximum).

Les différentes immobilisations sont déduites de cette position de base.

L'immobilisation de la main respecte l'adage orthopédique de la stabilisation du segment lésé et de l'articulation sus- et sous-jacente.

L'immobilisation sur boule de Bonvallet

L'immobilisation sur boule de Bonvallet appartient à l'histoire de la chirurgie [8]. La main est bandée fermée sur une boule de plâtre. La position de la main est proche de la position

Figure 7.11

La mise en syndactylie du doigt porteur d'une fracture stabilisée avec le doigt voisin intact est la meilleure orthèse dynamique qui assure un résultat fonctionnel rapide.
Deux anneaux en Velcro® sont fixés respectivement sur P1 et P2.

de protection, mais la tolérance cutanée et le suivi radiographique sont difficiles. La rééducation des segments digitaux indemnes est impossible. Cette technique rudimentaire trouve encore d'exceptionnelles indications en chirurgie humanitaire où lorsque la compliance du patient est impossible à obtenir (démence avec retrait intempestif des attelles, etc.).

L'utilisation d'orthèses en matériaux thermoformables

L'utilisation d'orthèses en matériaux thermoformables est de loin préférable car elles s'adaptent sur mesure à l'anatomie du blessé, autorisant la libération des rayons ou des articulations non lésés afin de limiter la raideur. Ces orthèses sont adaptables par remodelages successifs pour accompagner la fonte de l'œdème, ou par recoupes si l'avancée de la consolidation autorise la libération de segments digitaux supplémentaires [45] (figures 7.12 et 7.13).

En règle générale, trois semaines suffisent à stabiliser le foyer de fracture. Au-delà de cette période, une rééducation active avec port d'orthèses dynamiques permettra de restaurer la fonction. Trois à six semaines sont nécessaires pour restaurer un secteur utile de mobilité; passé ce délai, le travail en force est autorisé.

Le traitement orthopédique et le traitement fonctionnel ne sont pas des abandons thérapeutiques, et le choix de la bonne méthode est indispensable pour espérer un résultat. En fait, la majorité des fractures de la main peut répondre à un traitement orthopédique.

Le traitement percutané par broches ou vissage

Le traitement percutané par broches ou vissage est proposé lorsque la réduction par des manœuvres externes est satisfaisante. L'absence d'abord du foyer de fracture évite toute dévascularisation fragmentaire, limite les adhérences sur le trajet chirurgical et préserve l'hématome et ses précieux facteurs de croissance.

Il est indiqué en cas de fractures simples déplacées et la stabilité conférée permet souvent la mobilisation précoce.

À l'opposé, il trouve également toute sa place en cas de fractures très comminutives dans lesquelles l'abord pour réaliser une ostéosynthèse directe a peu de chances d'aboutir. Le but est alors la restauration de la longueur et de l'axe du segment osseux lésé, même si le montage ne permettra pas toujours une mobilisation immédiate. Dans le même ordre d'idées, il permettra la stabilisation d'une fracture dont le revêtement

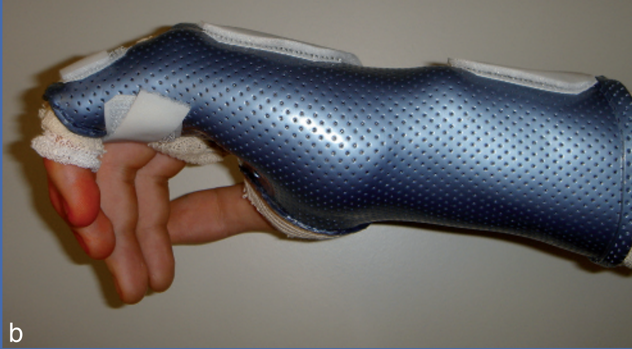


Figure 7.12

a. Orthèse statique d'immobilisation antébrachiodigitale des fractures des métacarpiens. Le poignet est stabilisé à 20° d'extension, les MP à 40–60° de flexion. L'auvent dorsal s'arrête en regard de la tête de P1 et la partie palmaire au milieu de P1.
b. La chaîne digitale fracturée est mise en syndactylie avec le doigt voisin. Pour faciliter la flexion active de l'IPP et IPD.

Figure 7.13

a, b. Orthèse statique d'immobilisation d'une fracture du 1er métacarpien. La MP est stabilisée à 20° de flexion. L'articulation trapézométacarpienne est fixée en abduction et antépulsion.

cutané sus-jacent contus ou lésé n'autorise pas l'abord chirurgical pour une ostéosynthèse directe (figure 7.14).

Le brochage axial et croisé

Pratt [83] et Von Saal [90] prônèrent l'utilisation des broches de Kirschner en chirurgie de la main. Elles seront, de préférence, introduites sur le bord dorsolatéral du doigt, en évitant d'endommager et bloquer l'appareil extenseur (figure 7.15). Les broches de Kirschner de 10/10^{e} ou 12/10^{e} en fonction du site sont introduites avec un moteur puissant mais tournant à faible vitesse pour éviter de chauffer et brûler l'os cortical. Le brochage doit éviter de bloquer des articulations saines et on préférera un embrochage oblique pénétrant par les faces latérales des têtes des métacarpiens et des phalanges. Une seule broche est insuffisante pour stabiliser le foyer de fracture et peut se comporter comme un axe de rotation. La 2^{e} broche doit être introduite par le côté opposé, pour réaliser un montage en croix, mais il convient de maintenir une compression axiale manuelle du foyer de fracture au moment de son introduction pour éviter la création d'un diastasis dans le foyer de fracture.

Lorsque le brochage d'une fracture instable s'avère difficile, il est prudent d'introduire une broche axiale temporaire qui restaurera l'alignement. Lorsque les deux broches croisées sont en place, le montage est assez solide pour enlever la broche axiale. Ce montage, dit « Tour Eiffel » proposé par Tubiana, facilite le travail du chirurgien et met le blessé à l'abri d'un cal vicieux (figure 7.16). Au voisinage des articulations, les broches entravent le jeu capsuloligamentaire et le risque de lésions des pédicules vasculonerveux n'est pas

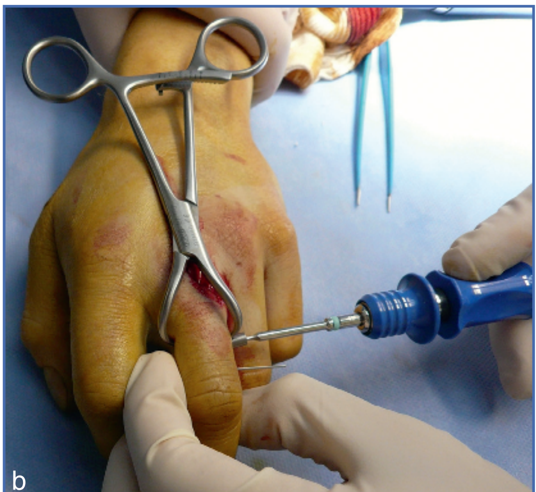


Figure 7.14

a. Fracture comminutive de P 1 de D2-D3.
b. Stabilisation par vis canulées transcutanées (Biotech-Ortho), le davier facilite la mise en place de la broche-guide.
c. Résultat à 2 mois.

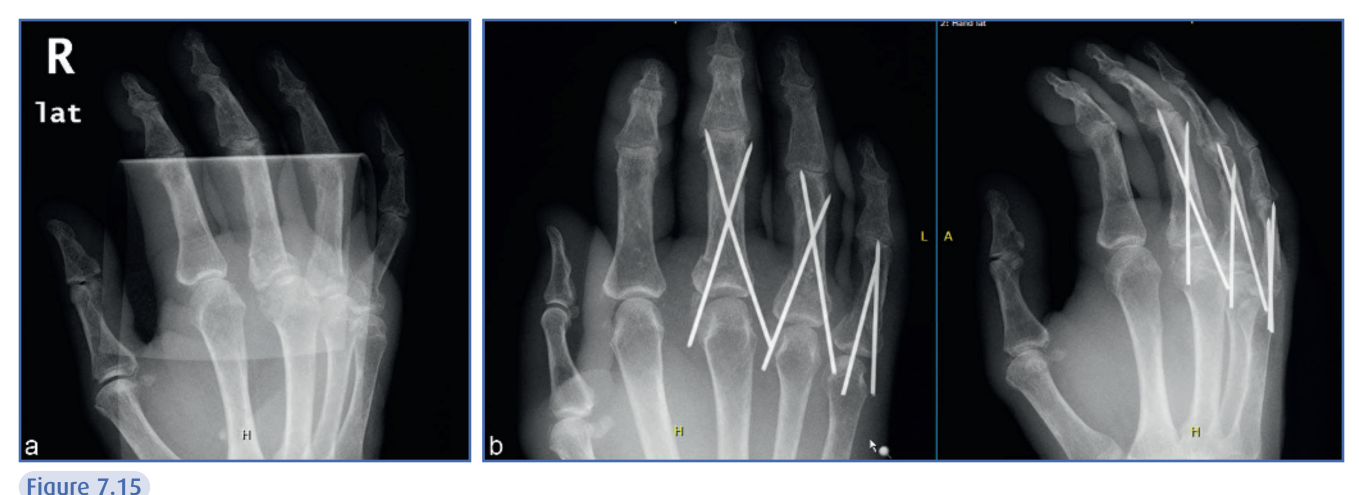


Figure 7.15
a et b. Fractures des phalanges proximales de D3 à D5 : ostéosynthèse par brochage en croix des phalanges.

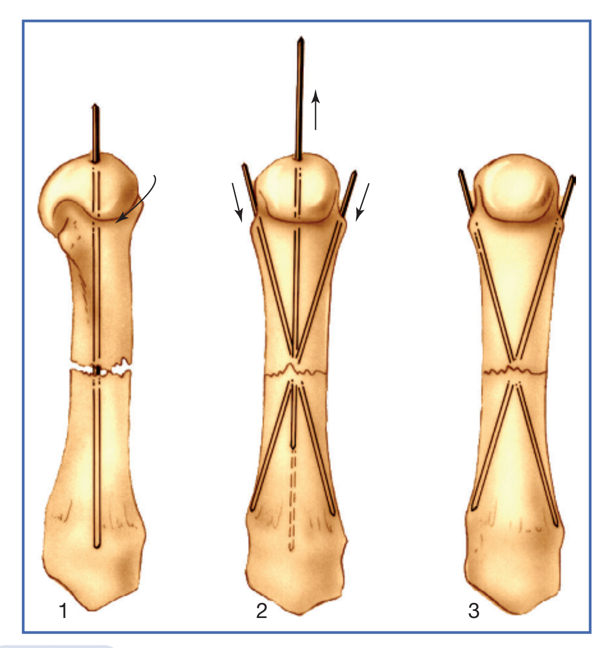


Figure 7.16
Ostéosynthèse à foyer fermé par broches de Kirschner d'une fracture diaphysaire.
Le montage dit « Tour Eiffel » selon Tubiana débute par la réduction et l'alignement du squelette à l'aide d'une broche axiale (1). Deux broches obliques sont introduites par les tubérosités du col (2). Durant ces manœuvres, il convient de maintenir la compression du foyer de fracture pour éviter tout diastasis. Au final, la broche axiale est retirée (3).

négligeable. Enfin, le taux de sepsis, de pseudarthrose et/ou de cals vicieux demeure relativement élevé (25,3 %) [32].

Le brochage fasciculé des métacarpiens et des phalanges

Ce brochage fasciculé reprend le principe de l'ostéosynthèse élastique défendu par Hackethal, Ender. Pour les fractures extra-articulaires de la base du 1er métacarpien, Kapandji [54]

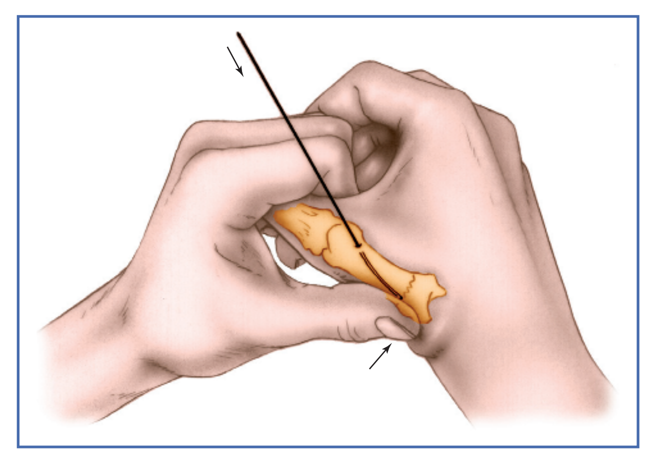


Figure 7.17
Principe de réduction et de stabilisation par embrochage à foyer fermé des fractures fermées proximales du 1er métacarpien selon Kapandji.

a proposé un double embrochage croisé ascendant, dont les broches sont introduites par les faces latérales de la tête du 1er métacarpien (figures 7.17 et 7.18). Une technique similaire est utilisable pour les phalanges intermédiaires en respectant l'appui 3 points par embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) de Métaizeau [59, 62]. Pour le métacarpien, Foucher [27, 29] utilise un embrochage fasciculé multiple introduit par une fenêtre corticale à la base du 5e métacarpien (figure 7.19).

Les brochages transversaux des métacarpiens (figure 7.20)

Lamb [60], en 1973, publie son expérience du brochage transversal des fractures instables des métacarpiens. Il mit ainsi à l'honneur une ancienne idée peu connue de Berkmann et Myles [6]. Le métacarpien sain constitue un fixateur externe « biologique » permettant la stabilisation

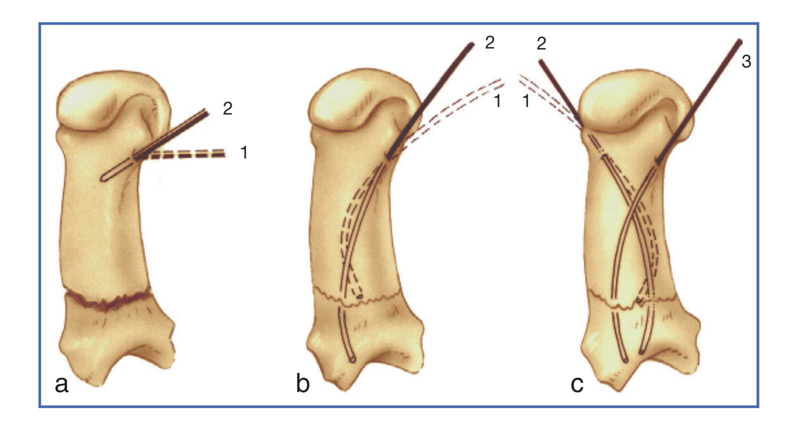


Figure 7.18

Technique de Kapandji.
a. L'orifice d'entrée de la broche est préparé à l'aide d'une pointe carrée d'abord transversalement (1) puis obliquement (2).
b. La 1re broche à extrémité arrondie est introduite jusqu'au foyer de fracture (1), puis après réduction et compression, elle est poussée jusqu'à la base du 1er métacarpien (2).
c. La seconde broche externe (3) est introduite selon le même principe.

Figure 7.19

a, b. Brochage fasciculé en bouquet selon Foucher d'une fracture du col du 5e métacarpien.

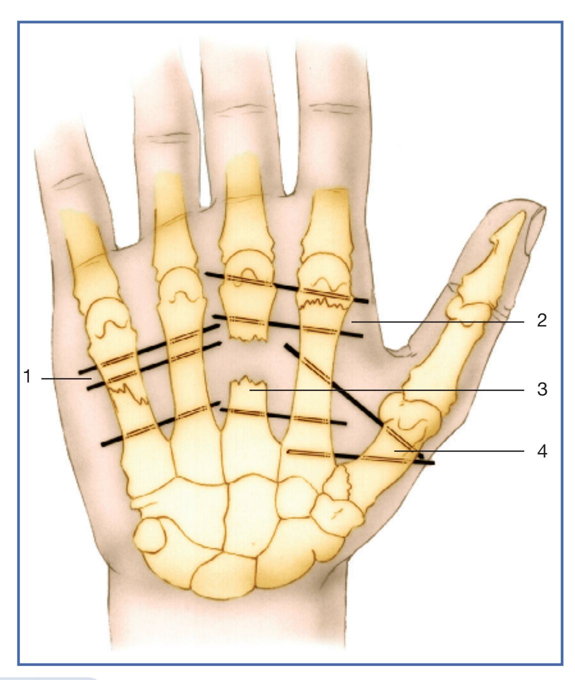


Figure 7.20

Les brochages transversaux des métacarpiens ont de multiples indications :
1. Fracture instable. 2. fracture du col. 3. pérennisation d'une perte de substance osseuse. 4. Fracture de Bennett traitée par brochage divergent (M. Iselin).

du rayon fracturé en maintenant sa longueur et son axe. Furlong [33] l'utilise pour stabiliser les fractures instables du col du 5e métacarpien (figure 7.20, 2). James [49] (figure 7.20, 1) la recommande aussi pour le traitement des fractures instables des métacarpiens. L'usage de cette méthode a tendance à se développer pour traiter les fractures-dislocations des métacarpiens mais aussi pour pérenniser la longueur d'un métacarpien lorsqu'il y a perte de substance osseuse (figure 7.20, 3 et 7.21). C'est le meilleur moyen de neutraliser les contraintes en flexions palmaires exercées par les interosseux sur le ou les fragments distaux des métacarpiens fracturés. Johnson [50] propose le brochage transversal unique pour traiter les fractures de Bennett (figure 7.20, 4). Iselin [46], dans le même esprit, utilise deux broches divergentes pour mieux stabiliser le 1er métacarpien et prévenir la rétraction de la 1re commissure.

Figure 7.21

a, b. Perte de substance du 2^e, 3^e et 4^e métacarpien pérennisée par des broches transversales et inclusion d'un *spacer* en ciment.
c, d. Le 2^e temps opératoire a consisté à une couverture par un lambeau interosseux postérieur et inclusion d'un greffon iliaque fixé par plaque.
e. Résultat après consolidation.

Le traitement par ostéosynthèse directe stable

Le traitement par ostéosynthèse directe stable nécessite un matériel dédié. Après une première période enthousiaste provoquée par l'apparition du matériel AO, beaucoup d'utilisateurs signalèrent l'aspect trop volumineux du matériel, en particulier des vis et des plaques qui, vissées sur les faces dorsales des métacarpiens et des phalanges, lésaient l'appareil extenseur. Heim et Pfeiffer [39], les promoteurs de la méthode, observaient en 1974 que le traitement des fractures de phalanges par ce matériel procurait au final des résultats peu satisfaisants et que l'opération elle-même pouvait être très difficile. Or, les études biomécaniques ont montré que les contraintes exercées au niveau de la chaîne digitale durant les mouvements d'extension et de flexion étaient minimes. À partir de ces mesures, Foucher et Merle ont développé avec Osteo un matériel d'apposition miniaturisé qui a été ensuite reproduit par la plupart des fabricants. Stryker-Leibinger (figure 7.22) et DePuy Synthes ont développé à l'excès visserie et plaques. En pratique les vis de 1,1, 1,2, 1,5, 1,7, 2,0 et 2,3 mm de diamètre et des plaques droites, en L ou en T de 0,55 et 1 mm d'épaisseur permettent de répondre aux différentes situations de l'ostéosynthèse. Ces plaques sécables sont suffisamment malléables pour être modelées et appliquées « sur mesure » au plus près de l'os (figure 7.23).

L'ostéosynthèse de la main répond aux principes biomécaniques énoncés par l'AO et aux montages classiques.

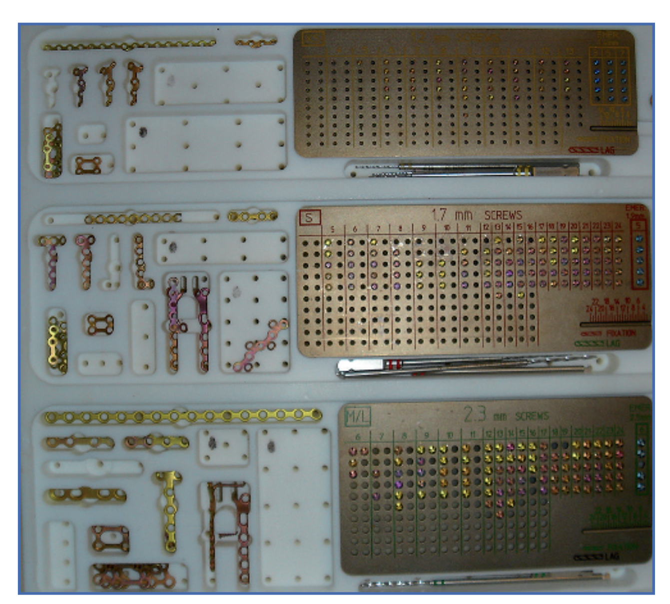


Figure 7.22

Matériel d'ostéosynthèse d'apposition miniaturisé (Stryker-Leibinger).
Les vis en titane autotaraudeuses corticales (1,2–1,7–2,3 mm de diamètre) facilitent l'ostéosynthèse des petits fragments.

Stabilité primaire, contact et, si possible, compression interfragmentaire, restauration de la longueur et des axes sont les maîtres-mots. Le vissage direct en compression, perpendiculaire au trait de fracture, est utilisé sur les fractures obliques ou spiroïdes longues. Les obliques et spiroïdes courtes font appel à un vissage interfragmentaire compressif avec plaque de neutralisation en apposition. Les fractures complexes combinent vissages, plaques, cerclages au fils rassemblant les fragments intermédiaires sur la plaque.

Les plaques sont installées sur les faces dorsolatérales des phalanges pour éviter les adhérences tendineuses (figure 7.24). L'application dorsale pure du matériel expose au double risque d'adhérences de l'extenseur sur la plaque et de blocage du fléchisseur par un débord de vis éventuel. Sur les métacarpiens, l'implantation est latérale à la partie distale et plutôt dorsale à hauteur de la diaphyse moyenne et proximale pour s'opposer aux fortes contraintes en flexion. Durant les dernières années, l'ingénierie a permis d'apporter un système de vis verrouillées à ces mini-plaques. Ceci simplifie la prise en charge des lésions très comminutives

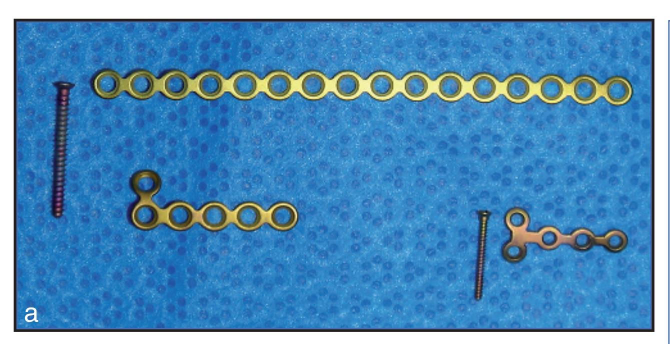


Figure 7.23

a. Les plaques sécables, droites, en L et en T, fixées par des vis de 1,2 et 1,7 mm permettent de résoudre la plupart des ostéosynthèses.
b. Les indications :
– fractures de la colonne du pouce : Bennett par vis canulées; fracture articulaire de la base de P1, fracture métaphysaire P1 : vis + broches;
– fractures oblique, longue ou spiroïde : vissage cortical;
– fracture de la base de P3 : vissage par une vis spongieuse ou par Screw 2;
– fractures diaphysaires méta. P1-P2 : ostéosynthésées par plaque latérale;
– fracture bicondylienne : ostéosynthésée par une plaque latérale en L;
– fracture unicondylienne : ostéosynthésée par vis spongieuse et une broche de Kirschner anti-rotatoire.

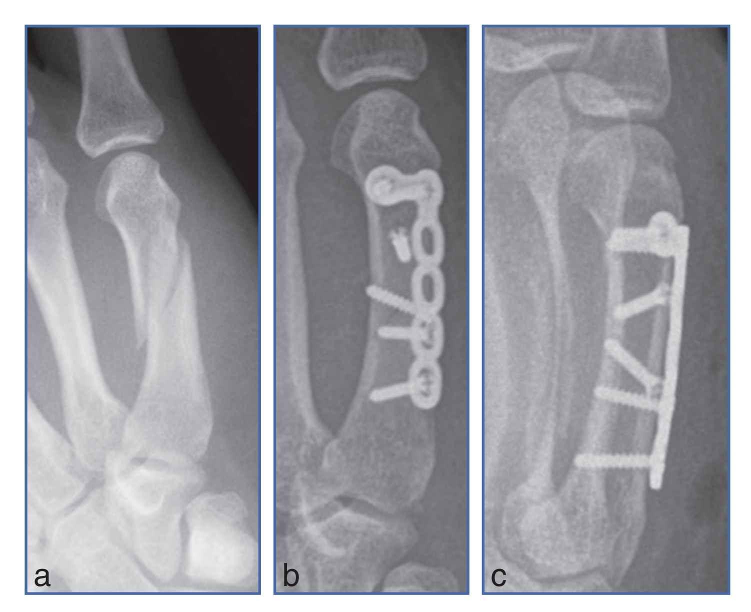


Figure 7.24

a, b, c. Plaque en L dorsolatérale sur fracture spiroïde du 5e métacarpien.

et épiphysaires polyfragmentaires, en offrant une stabilité accrue autorisant la mobilisation précoce.

Le traitement par fixation externe

Le traitement par fixation externe est d'usage limité au niveau de la main. Il est pratiquement réservé aux lésions multitissulaires de la colonne du pouce et aux fractures de l'IPP. Crockett [19], en 1974, suggéra l'utilisation d'un tuteur externe pour fixer les arthrodèses digitales, les broches de Kirschner étant solidarisées entre elles par du ciment acrylique. Scott et Mulligan [96], puis l'école de Vilain, précisèrent leurs indications dans les traumatismes complexes de la main et dans les ostéoarthrites (figure 7.25). Allieu [1], en 1973, adapta à la main le principe du fixateur externe d'Hoffmann et recommanda le montage en cadre simple avec broches transfixiantes frontales pour la colonne du pouce.

Au niveau des doigts longs, afin de préserver le jeu articulaire, il convient d'utiliser des broches dorsales obliques solidarisées par de petites barres d'accouplement. Le mini-fixateur d'Hoffmann, qui autorise de tels montages sur la chaîne digitale, est compatible avec la mobilisation mais son utilisation reste délicate lorsqu'il s'agit d'ancrer les broches dans de petits fragments osseux juxta-articulaires. Ceci impose de se reporter sur le squelette voisin et de ponter des articulations intactes. L'utilisation doit rester réservée aux traumatismes complexes de la colonne du pouce quand les pertes de substance osseuses et cutanées ne peuvent être traitées en urgence (figure 7.26). Pour le 1er métacarpien, le fixateur Mini-Pennig Orthofix permet une stabilisation à l'aide d'un système mini-rail ou articulé « prêt à l'emploi », mais la taille des fiches employées le réserve quasi exclusivement au pouce.

Figure 7.25

Fracture comminutive ouverte de P 1 D5 traitée par fixateur externe cimenté dit « de Beaubourg ».

Plus récemment, sont apparus des procédés de fixation externe dynamiques plus ou moins complexes qui autorisent la mobilisation articulaire sous distraction. Ces dispositifs sont indiqués essentiellement dans les fracas de l'IPP, avec le montage de Suzuki [106] ou le Ligamentotaxor® (Arex) développé par Pélissier [79] (figures 7.27, 7.49 et 7.50).

Figure 7.26

a, b. Mini-fixateur Orthofix pérennisant la perte de substance du 1[er] métacarpien.
c. La couverture cutanée est assurée par un lambeau interosseux postérieur recouvrant le *spacer* en ciment.
d. Greffe iliaque vissée.
e, f. Résultat fonctionnel à 6 mois.

Le traitement d'attente ou de stabilisation précaire

Le traitement d'attente ou de stabilisation précaire est utile pour les lésions multitissulaires sévères ou avec perte de substance osseuse majeure. L'ostéosynthèse est réalisée *a minima* compte tenu de la contamination fréquente de ces lésions. Elle est confiée à des broches, des vis isolées pour rassembler une épiphyse, un cerclage au fil rassemblant en fagot une diaphyse polyfragmentée. La longueur et l'axe de la chaîne digitale sont maintenus par un fixateur externe en neutralisation ou par l'interposition d'un *spacer* cimenté éventuellement armé de broches. Lorsque le problème infectieux sera maîtrisé et les parties molles couvertes par un lambeau régional, le *spacer* sera remplacé par une greffe corticospongieuse et une ostéosynthèse plus stable (figures 7.21 et 7.26).

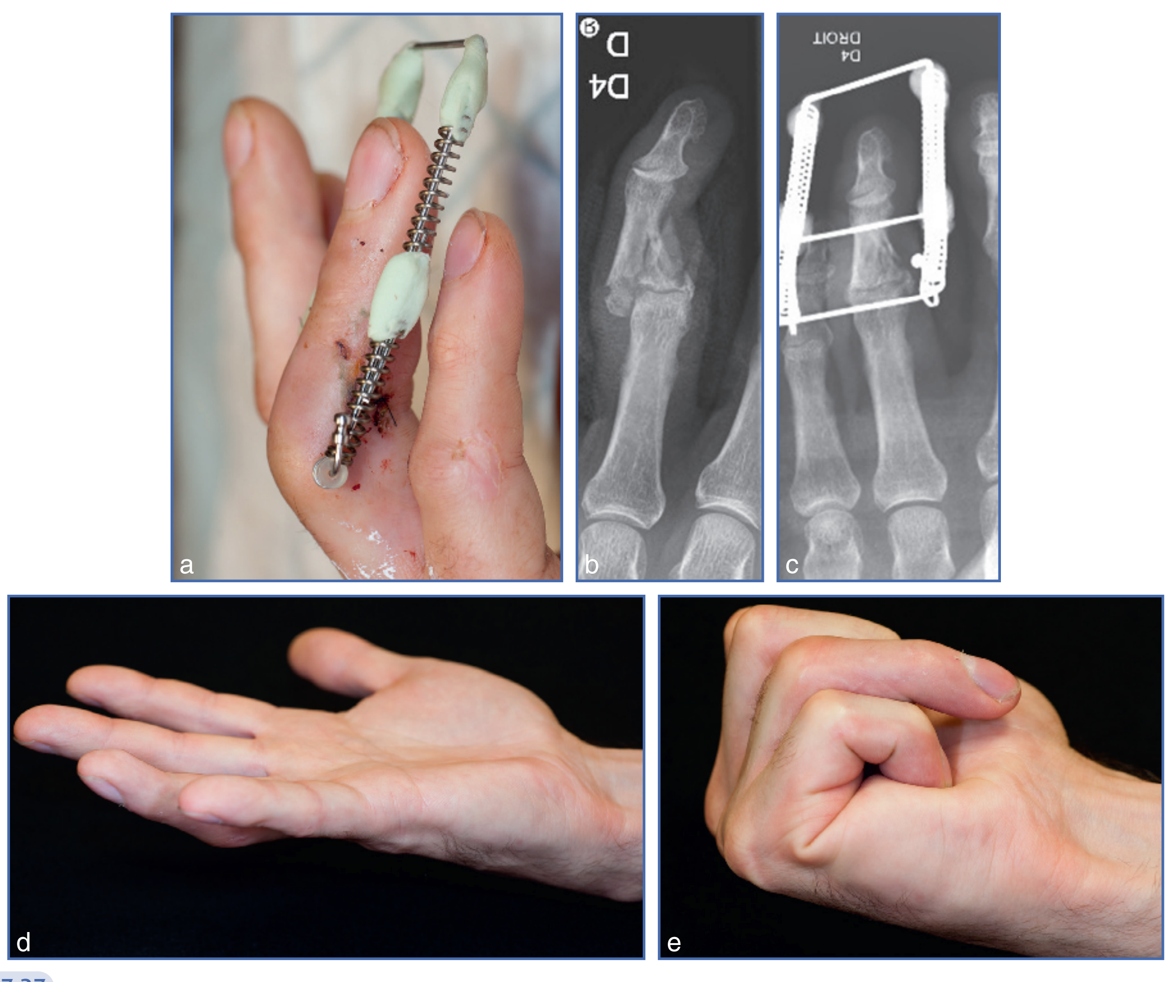


Figure 7.27

a, b. Le Ligamentotaxor® pour traiter une fracture articulaire comminutive articulaire de la phalange moyenne.
c. Consolidation et remodelage de la fracture à 6 semaines.
d, e. Résultat fonctionnel à 5 mois.

Les fractures par niveau lésionnel : mécanisme, classification et prise en charge

Les lésions de la phalange distale P3 des doigts longs et P2 du pouce

Les fractures de la phalange distale sont les plus fréquentes et touchent le plus souvent le pouce et le majeur. La simple radiographie de face et de profil strict assure le diagnostic. Schneider [93] distingue les fractures de la houppe, de la diaphyse et de la base.

Les fractures de la houppe

Les fractures de la houppe sont la conséquence d'un écrasement associé ou non à des lésions d'avulsion ou de perte de substance de la pulpe ou pulpo-unguéale. Ces fractures comminutives génèrent de multiples petits fragments peu déplacés et ne relèvent pas d'une ostéosynthèse.

Les fractures fermées de la houppe

Les fractures fermées de la houppe sont associées à un hématome sous-unguéal très douloureux qui se traite par une perforation de l'ongle à l'aide d'une petite mèche, d'un trocart, ou d'un trombone chauffé « au rouge » (voir chapitre 13 et figure 13.5a). Cette indication n'intéresse que l'hématome frais et douloureux impliquant toute la tablette unguéale. Le traitement de ces fractures est fonctionnel, en encourageant la mobilisation immédiate, car la houppe n'est pas sollicitée par des tractions tendineuses. Un travail de désensibilisation pulpaire est nécessaire pour réintégrer la fonction digitale.

Les fractures ouvertes de la houppe

Les fractures ouvertes de la houppe sont souvent associées à une perte de substance pulpaire distale (voir chapitre 9) et à une contusion des tissus mous. Si celle-ci est importante, une antibiothérapie orale pendant 5 jours est souhaitable après le parage. La prise en charge est chirurgicale avec parage des tissus voués à la nécrose et des fragments osseux de petite taille qui peuvent devenir des séquestres. Il convient de limiter l'accourcissement phalangien pour éviter le développement d'un ongle en griffe. Les fragments étant solidarisés entre eux par le périosté phalangien et les cloisons fibreuses pulpaires, la mise en place d'une petite broche 8/l0e ou d'une aiguille intradermique pour 15 jours à 3 semaines restaurera la stabilité et l'alignement phalangien. Si la fracture est longitudinale, un cerclage au PDS 4/0 améliore le contact interfragmentaire et limite le risque de phalange bifide. La couverture de ces lésions est assurée par la suture simple du lit unguéal à l'aide de Monocryl 6/0 (figure 13.4), et par la suture cutanée ou la réalisation d'un lambeau local en zone pulpaire.

L'évolution de ces fractures vers la pseudarthrose avec un engluement fibreux stable est fréquente. La présence d'une esquille osseuse distale douloureuse peut justifier une reprise chirurgicale pour émondage, voire une greffe intermédiaire en cas de phalange bifide (figure 7.28). Dans le cas exceptionnel d'une pseudarthrose instable et douloureuse, il faut attendre la repousse unguéale complète avant de porter une indication opératoire, car l'ongle a un effet stabilisant important.

Les fractures de la diaphyse

Les fractures de la diaphyse se divisent en fracture transversale, la plus fréquente, et longitudinale. La présence d'un déplacement ou d'une fracture ouverte, conditionne le traitement.

Les fractures fermées non déplacées

Les fractures fermées non déplacées relèvent du traitement, soit fonctionnel, soit orthopédique en fonction de l'activité du patient et de la localisation du trait par rapport à l'ongle. En l'absence de travail en force, pour les lésions longitudinales et dans les fractures transversales les plus distales de la diaphyse, un traitement fonctionnel est privilégié, avec port nocturne exclusif d'une tuile dorsale pour 3 à 4 semaines à visée antalgique et antichoc (figure 7.29). Cette même attelle sera par contre portée en continu, pour également 3 à 4 semaines, si le patient a des activités lourdes ou de percussion de la pulpe (clavier), si les douleurs sont importantes et le trait de fracture est situé au tiers moyen ou tiers proximal de la diaphyse. Dans ce cas, l'ongle ne peut être considéré comme un substitut de l'attelle.

Les fractures fermées déplacées

Les fractures fermées déplacées relèvent du traitement chirurgical lorsque le contact osseux est insuffisant ou que la corticale dorsale présente un décalage source de dystrophie unguéale. La fixation est confiée à un brochage percutané par deux broches, dans l'idéal discrètement divergentes, après compression manuelle axiale du foyer.

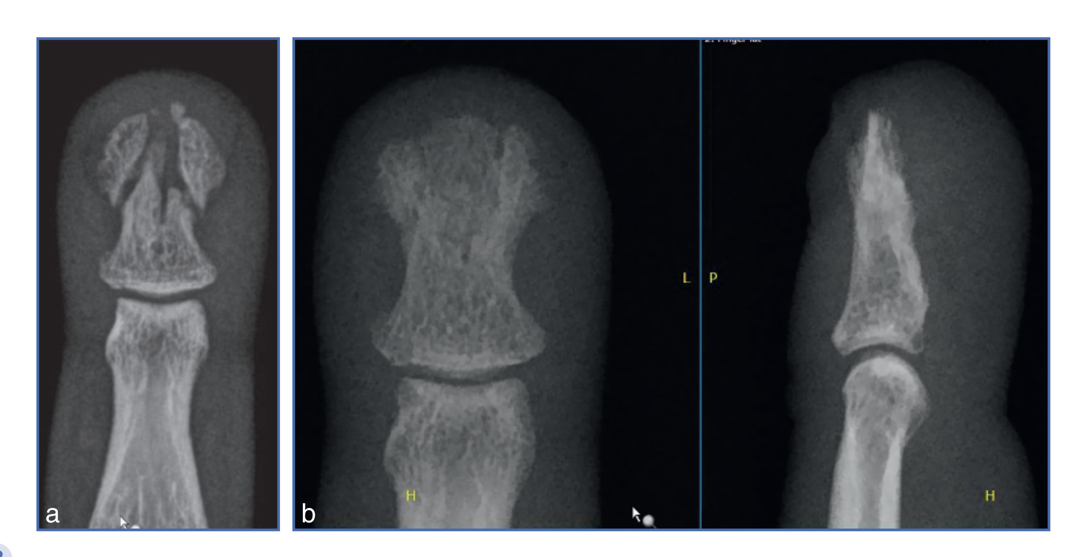


Figure 7.28

a. Fracture bifide la houppe non consolidée.
b. Cure de la pseudarthrose par greffe intercalaire.

Le point d'introduction des broches est situé environ 1 à 2 mm sous le rebord unguéal distal et impose un contrôle par scopie. L'articulation interphalangienne distale ne sera pas immobilisée par l'ostéosynthèse (figure 7.30). Cependant, si la fracture est juxta-épiphysaire, la tenue des broches peut être précaire et la réalisation d'une arthrorise offrira la stabilité requise pour la consolidation et facilitera la mobilisation de l'IPP. Les broches peuvent être enfouies pour limiter les risques infectieux et la gêne pulpaire distale, d'autant qu'un retard de consolidation n'est jamais exclu.

Les fractures ouvertes

Les fractures ouvertes déplacées ou non nécessitent une exposition avec lavage du foyer de fracture et antibiothérapie. L'ostéosynthèse est alors confiée à deux broches de 8/10^e ou 10/10^e introduites en va-et-vient par le foyer de fracture. Une première broche est axiale, la 2^e, oblique, traverse le foyer de fracture maintenu en compression sur l'axe de la première broche. Le lit unguéal est suturé par un surjet de monofilament à résorption lente. La tablette unguéale n'est pas systématiquement replacée car fréquemment source d'infection secondaire pour un rôle principalement antalgique (figure 13.3). On notera également la possibilité d'une synthèse unguéale par haubanage selon Foucher pour les lésions diaphysaires distales (figures 13.6c et 13.7) Une fracture longitudinale peut être réduite et stabilisée par un cerclage au PDS 4/0 doublé et suturé latéralement selon la technique du *nice knot* [7, 115]. Dans le contexte des plaies par engins de coupe à lame épaisse, la fracture s'accompagne d'une perte de substance osseuse qui sera traitée dans un 1er temps par l'interposition d'un *spacer* cimenté, stabilisé par une broche axiale. Une fois la cicatrisation acquise et l'infection évitée, un 2^e temps chirurgical remplacera le *spacer* par une greffe osseuse corticospongieuse prélevée sur le radius (figure 7.31).

Figure 7.29

Immobilisation par tuile dorsale d'une fracture diaphysaire non déplacée de la phalange distale.

La fracture juxta-épiphysaire de Seymour

La fracture juxta-épiphysaire de Seymour [97] est une fracture transverse extra-articulaire, de type Salter I ou II, touchant le cartilage de croissance de la phalange distale. Cette fracture résulte d'un traumatisme en hyperflexion de la phalange. Il s'agit le plus souvent d'une fracture ouverte du cartilage de croissance avec avulsion de l'ongle et rupture

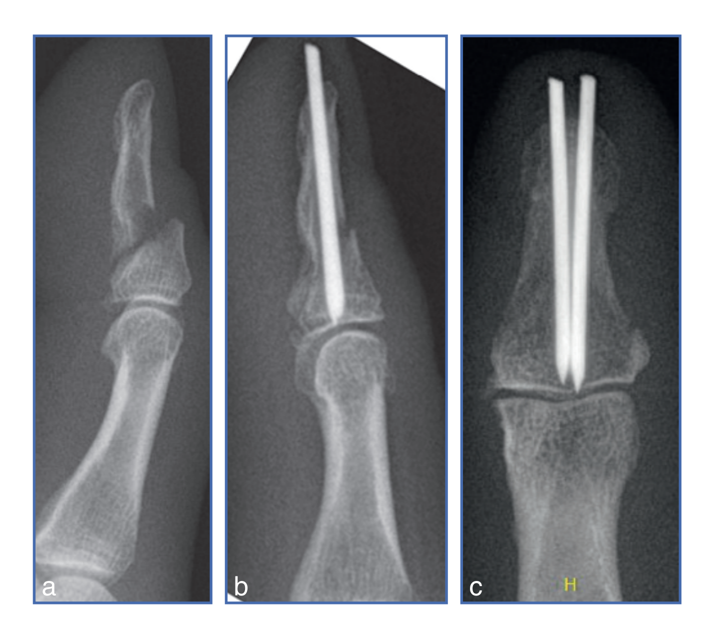


Figure 7.30

a. Fracture diaphysaire instable de la phalange distale.
b, c. Réduction et stabilisation par deux broches divergentes.

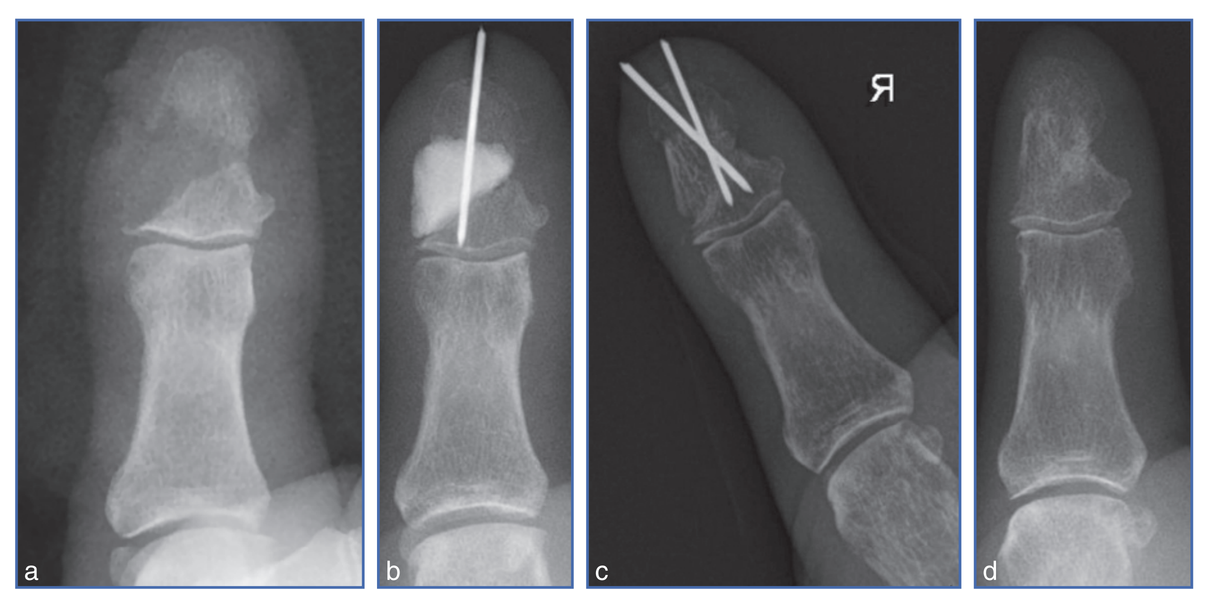


Figure 7.31

a. Fracture ouverte avec perte de substance osseuse.
b. Mise en place d'un *spacer* en ciment.
c. Greffe osseuse stabilisée par deux broches divergentes.
d. Résultat final.

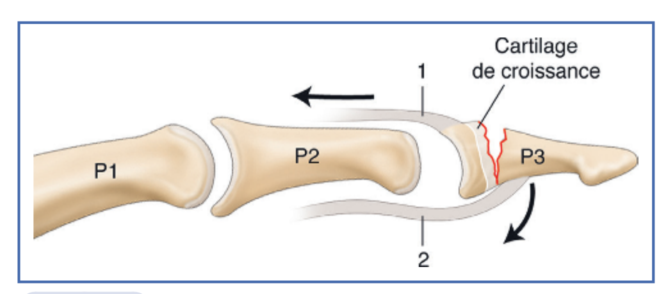


Figure 7.32

Fracture de Seymour.
Sous l'action du tendon extenseur (1) le fragment proximal se déplace en extension alors que le fragment distal se fléchit sous l'action du fléchisseur profond (2).

de la matrice unguéale. La fracture de Seymour se présente cliniquement comme un *mallet-finger*, car l'insertion du tendon extenseur se fait sur l'épiphyse proximale alors que le tendon fléchisseur profond s'insère sur le fragment distal et entraîne une angulation à sommet dorsal de la fracture (figure 7.32). Il est indispensable de réaliser une radiographie de face et profil strict du doigt traumatisé.

Dans les fractures fermées facilement réductibles, le traitement est assuré par une tuile pour quatre semaines.

Le traitement est chirurgical lorsque la réduction est incomplète à cause de l'incarcération de la matrice unguéale. L'ablation de l'ongle permet d'aborder la fracture et de désincarcérer la matrice. Après nettoyage du foyer de fracture, l'ostéosynthèse est assurée par une broche axiale de 8/l0^{e}. La matrice unguéale et son lit sont suturés avec du Monocryl 6/0. L'ongle est replacé pour servir de tuteur à la cicatrisation de la matrice. Les complications sont les mêmes que pour toutes les fractures du cartilage de croissance. Une épiphysiodèse prématurée peut survenir suite au traumatisme ou à une surinfection.

Les fractures diaphysaires de P3 peuvent évoluer vers la pseudarthrose, surtout par une sous-évaluation des lésions et l'insuffisance du traitement orthopédique qui pérennise un *gap* interfragmentaire. Le plus souvent, le tissu fibreux de la pseudarthrose et la stabilisation dorsale par l'ongle assurent un résultat fonctionnel correct. Dans le cas d'une instabilité douloureuse, un traitement chirurgical sera réalisé au terme de la repousse unguéale. Après l'avivement de la pseudarthrose et l'apport éventuel d'une greffe osseuse, la stabilisation est assurée par une vis compressive ou deux broches de Kirschner de 8/10^{e} ou 10/10^{e}. Si la qualité osseuse est médiocre, Merle [114] a proposé de réaliser un bilboquet osseux intramédullaire prélevé sur la crête cubitale.

Les fractures articulaires de la base de la phalange distale

Les fractures articulaires de la base de la phalange distale sont fréquemment rencontrées dans les sports de balle. On séparera les lésions d'avulsion, correspondant au

mallet-finger osseux et au *jersey-finger*, et les lésions à composante axiale.

Les mallet-fingers

Environ 30 % des *mallet-fingers* sont des fractures de la base de la phalange distale, contre 70 % de lésions tendineuses [118]. Les lésions de *mallet-finger* ont été classées par Doyle [22] (voir chapitre 11) mais la classification de Wehbé et Schneider [118] est plus particulièrement orientée sur la description des *mallet-fractures* (tableau 7.1). Les indications du traitement sont controversées. En effet, le traitement orthopédique par tuile dorsale est souvent proposé avec des résultats satisfaisants pour les lésions sans subluxation touchant moins du tiers de la surface articulaire. Au-delà d'un tiers ou en présence d'une subluxation IPD, le traitement chirurgical est la règle car les résultats fonctionnels et esthétiques du traitement orthopédique sont aléatoires [51]. Giddins [35] ajoute à la décision chirurgicale, la notion de stabilité du contact interfragmentaire testée lors d'un cliché radiographique en hyperextension et en présence d'une subluxation. La technique d'Ishiguro [47], améliorée par Hofmeister [42] avec l'IPD bloquée en extension, est la référence pour les lésions à petit fragment (figure 11.13c à g). Lorsque le fragment est de plus grande taille, nous préférons le vissage direct percutané interfragmentaire ou la mise en place d'une *hook-plate* (figure 11.13h).

Les lésions de jersey-finger

Les lésions de *jersey-finger* de type 3, 4 et 5 de la classification de Leddy et Packer modifiée [61, 85, 103] s'accompagnent d'une fracture de la base de P3. Le problème est ici la reconstruction de l'appareil fléchisseur (voir chapitre 10, tableau 10.1 et figure 10.9).

Tableau 7.1. Classification des fractures articulaires de la phalange distale selon Wehbé-Schneider.

	Description
Type	
I	Pas de subluxation IPD
II	Subluxation IPD
III	Lésion épiphysaire
Sous-type	
A	< 1/3 surface articulaire
B	1/3, 2/3
C	> 2/3

Lésion due à une hyperextension ou avec composante de compression axiale

Lorsqu'il s'agit d'une lésion due à une hyperextension ou avec composante de compression axiale, on observe une fracture en T ou en Y de la base de la phalange distale. Horiuchi [43] a démontré que si le traumatisme axial est appliqué sur une articulation interphalangienne fléchie, on obtient une luxation dorsale de la phalange avec une fracture palmaire. En cas d'hyperextension de l'interphalangienne distale, la déformation est inverse avec une luxation palmaire de la phalange et une fracture dorsale (figure 7.33). Le traitement de ces fractures le plus souvent déplacées est chirurgical afin de restaurer l'interligne articulaire. Le traitement peut se réaliser par réduction fermée avec brochage ou vissage percutané. En cas de réduction incomplète, l'abord est nécessaire avec ostéosynthèse par vissage ou par *hook-plate*. Dans le cas des lésions très instables il est prudent d'ajouter une broche d'arthrodèse.

Les lésions des phalanges intermédiaires P1-P2 doigts longs et P1 du pouce

Par souci didactique nous avons séparé les fractures des phalanges intermédiaires des fractures de l'IPP qui justifient, de par leur complexité, un développement spécifique.

Les fractures des condyles phalangiens de P2

Les fractures des condyles phalangiens de P2 sont le résultat d'arrachements des insertions ligamentaires, des forces de cisaillement latérales ou rotatoires sur un des condyles ou de contraintes axiales sur l'articulation [98]. Dans le cas des lésions sans compression axiale, les fractures sont le plus souvent simples et l'ostéosynthèse, lorsqu'elle est requise,

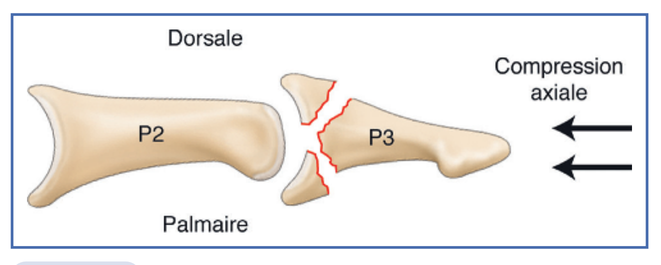


Figure 7.33

Fracture en Y par compression axiale.
Si le traumatisme se produit avec l'IPD en extension la luxation de la phalange sera palmaire, inversement si l'IPD est en flexion.

offre un résultat satisfaisant. Dans les lésions à composante axiale, au contraire, les fractures sont fréquemment bicondyliennes ou comminutives avec des refends proximaux et un tassement de l'os sous-chondral qui complique l'ostéosynthèse et compromet la stabilité.

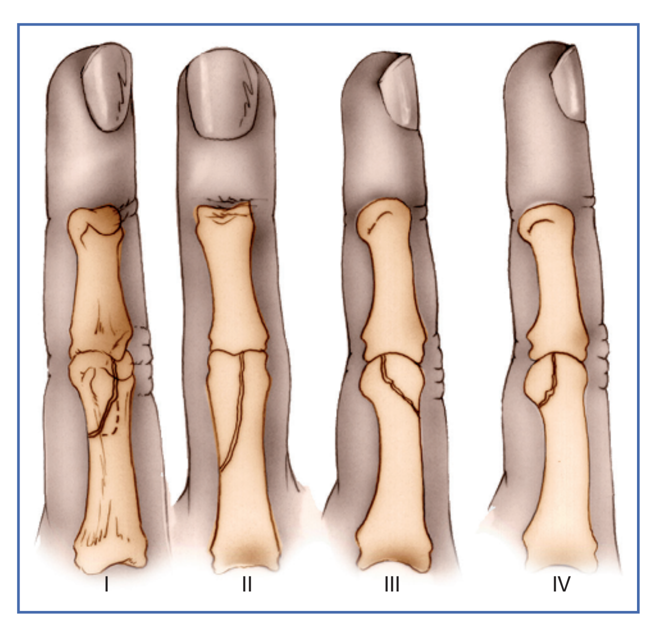


Figure 7.34

Classification de Weiss et Hastings des fractures articulaires de la tête de la 1re et 2e phalange des doigts longs :
– type I : trait oblique palmaire;
– type II : trait sagittal oblique long;
– type III : trait coronal dorsal;
– type IV : trait coronal palmaire.

Lésion non déplacée, simple et stable

Lorsque la lésion n'est pas déplacée, simple et stable, un traitement fonctionnel est indiqué. Une tuile dorsale thermoformée protègera le doigt pendant les trois premières semaines; elle sera portée jour et nuit, puis uniquement de nuit pendant les trois semaines suivantes.

Les fractures déplacées

Dans le cas des fractures déplacées, Weiss et Hastings [I19] ont insisté sur l'importance de la stabilisation des lésions condyliennes (figure 7.34). Les fractures obliques génèrent volontiers un trouble de rotation ou une clinodactylie. Les lésions déplacées s'accompagnent d'une rupture périostée qui augmente leur instabilité [38].

Les fractures unicondyliennes déplacées

Pour les fractures unicondyliennes déplacées, comme le proposent Hastings et Weiss [n°1, 19], nous réalisons un vissage interfragmentaire, en évitant les broches qui n'offrent aucune compression et qui blessent les parties molles par le débord nécessaire à leur tenue dans l'os. Une seule vis suffit à réduire et à stabiliser la fracture si l'anfractuosité des fragments osseux évite leur rotation [98]. Si tel n'est pas le cas, il est préférable d'ajouter une broche anti-rotatoire de 0,8 mm (figure 7.35). Lorsque la réduction par des manœuvres externes est parfaite, l'ostéosynthèse est réalisée par une technique de vissage percutané. En revanche, la difficulté à réduire convenablement impose un abord

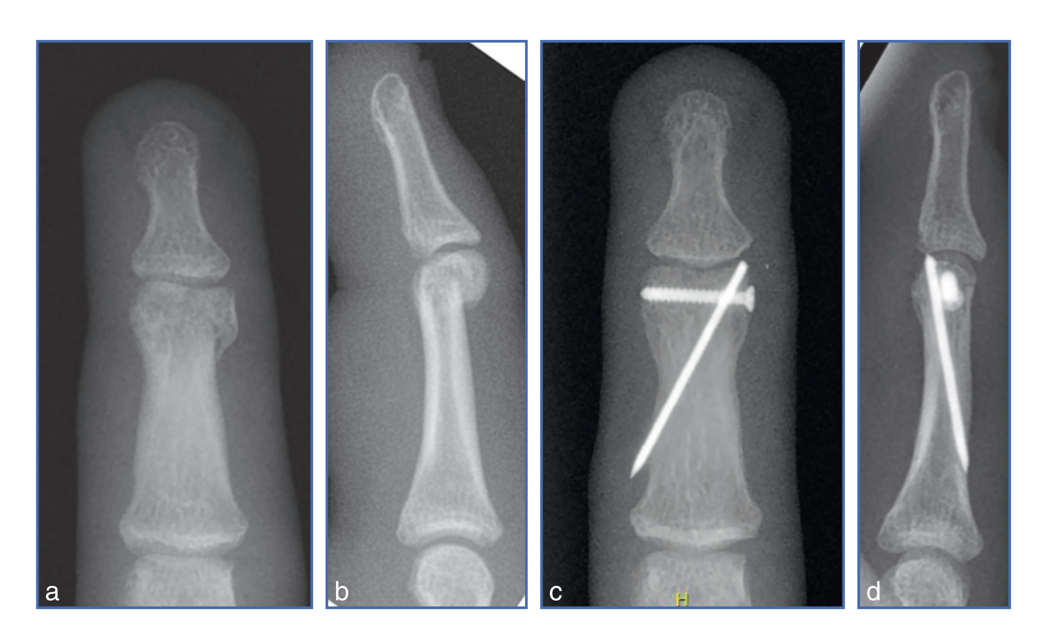


Figure 7.35

a, b. Fracture unicondylienne de P2.
c, d. ostéosynthèse par une microvis de 1,5 mm et une broche oblique.

chirurgical pour lever les interpositions et restaurer une surface articulaire la plus anatomique possible.

Le condyle de P2

Pour le condyle de P2, l'abord chirurgical se fera par une voie de Beasley ou, en cas de lésion limitée unicondylienne, par une voie latérale pure. L'arthrotomie sera étendue entre le plan ligamentaire solidaire de la fracture et le tendon extenseur.

Les fractures en Y ou en T de la tête de P2

Pour les fractures en Y ou en T de la tête de P2, la fixation sera confiée à un vissage épiphysaire sur une plaque latérale acceptant des vis de 1,2 mm.

L'ostéosynthèse des lésions condyliennes

L'ostéosynthèse des lésions condyliennes reste une urgence orthopédique. En cas de mauvaise prise en charge initiale, Shewring propose une ostéosynthèse tardive jusqu'à 2 mois [98]. La chirurgie est alors délicate et offre un résultat moins bon du fait de l'enraidissement articulaire et de la fragilité osseuse relative compliquant le montage.

Les fractures diaphysaires des phalanges intermédiaires

Les fractures diaphysaires des phalanges intermédiaires sont fréquemment déplacées sous l'effet des contraintes musculaires évoquées en début de chapitre. Le type de traitement sera à nouveau conditionné par la stabilité du foyer. Les fractures partielles monocorticales et les fractures non déplacées sont stables et méritent un traitement orthopédique ou fonctionnel. Les fractures dont le trait est oblique, spiroïde ou comminutif, sont sujettes à la survenue d'accourcissement ou de troubles rotatoires. Néanmoins, le déplacement initial illustre la perte du fourreau périosté et constitue un facteur d'instabilité plus important que le seul type de trait.

Les fractures diaphysaires de P2 des doigts longs

Les fractures diaphysaires de P2 des doigts longs sont souvent comminutives car liées à des écrasements. Les adhérences avec le tendon extenseur, faible et fin en zone 2, vont altérer le résultat fonctionnel. Le revêtement cutané est fragile et les fractures sont fréquemment ouvertes.

Les lésions partielles, unicorticales

Les lésions partielles, unicorticales, font l'objet d'un traitement fonctionnel par mobilisation immédiate protégée par une syndactylie pendant trois semaines.

Les lésions stables, simples, fermées et strictement non déplacées

Les lésions stables, simples, fermées et strictement non déplacées sont du ressort d'un traitement orthopédique par tuile dorsale IPD pour les lésions du 1/3 distal et en aval de l'insertion du FCS. Dans le cas de lésions plus proximales, une orthèse statique intrinsèque plus protège le patient en continu pour trois semaines au-delà desquelles une syndactylie simple prendra le relai jusqu'à la consolidation.

Les lésions déplacées réduites par des manœuvres externes

Les lésions déplacées réduites par des manœuvres externes sont ostéosynthésées de préférence en percutané. Ceci permet de préserver la vascularisation périostée et limite au minimum les adhérences tendineuses. Le vissage permet souvent une mobilisation immédiate en syndactylie, ce que ne permet pas toujours le brochage en croix, du fait du type de fracture et d'une irritation plus importante des parties molles par les extrémités des broches (figure 7.36).

Le brochage en croix est indiqué dans les fractures transversales, obliques ou spiroïdes courtes et les comminutives alignées après réduction (figure 7.37). Cette synthèse est parfois délicate à réaliser du fait de l'aspect évasé de la base de P2; de plus, les broches tendent à glisser le long de la corticale. Les fractures simples sont réduites par la mise en flexion maximale des doigts longs, ce qui contrôle en même temps le trouble de la rotation et corrige la tendance à l'hyperextension dans le foyer. L'introduction des broches se fait sur la ligne médiolatérale du doigt; la mise

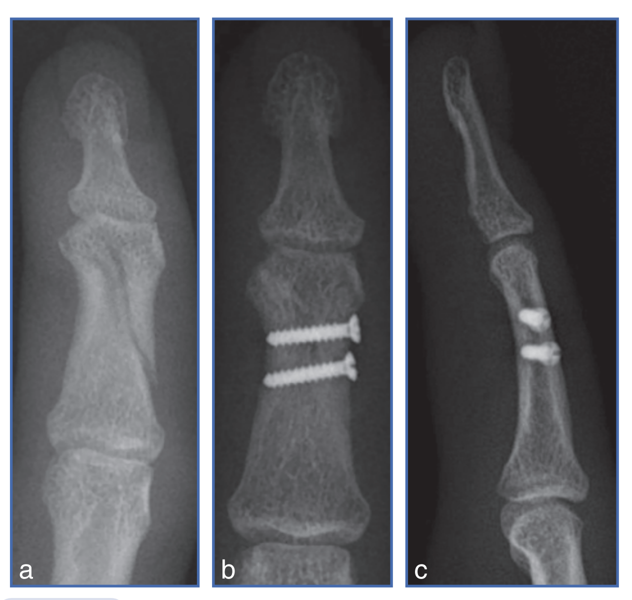


Figure 7.36

a. Fracture oblique instable de la phalange moyenne.
b, c. Ostéosynthèse percutanée avec deux vis de 1.7 mm.

Figure 7.37

a. Fracture diaphysaire transversale de la phalange moyenne.
b. ostéosynthèsée par deux broches en croix.

Figure 7.38

Fracture métaphysaire de P2 traitée par enclouage centromédullaire élastique.

en compression manuelle du foyer est réalisée avant la traversée de celui-ci par la 2e broche. L'enclouage centromédullaire élastique est réservé aux fractures métaphysaires (figure 7.38).

Le montage « Tour Eiffel » décrit plus haut, trouve son application dans les lésions très distales de P2, ou comminutives avec l'introduction première d'une broche en arthrodèse temporaire IPD. Cette broche est idéalement retirée en fin d'intervention, mais peut être laissée si la stabilité du montage le requiert (figure 7.16).

Dans le cas de fractures obliques longues, et devant certaines fractures spiroïdes pratiquement obliques longues, un vissage simple percutané peut être réalisé. La réduction doit être parfaite et la compression est maintenue par un davier à pointes. Des vis corticales 1,2, 1,5 ou 1,7 mm sont utilisées en fonction de la taille de la phalange. Une vis autocompressive de 1,7 mm peut être proposée pour les fractures à gros fragments, mais il faut se méfier de la fragilité et de la faible épaisseur de la corticale phalangienne.

Les lésions irréductibles par les manœuvres externes et les fractures ouvertes

Les lésions irréductibles par les manœuvres externes et les fractures ouvertes nécessitent un abord chirurgical. L'abord est latérodigital sur la ligne médiolatérale. L'exposition est satisfaisante pour la mise en place de vis ou d'une plaque latérale (figure 7.23b, 4). Nous évitons l'implantation dorsale des plaques, qui créent un effet chevalet sur l'appareil extenseur et génèrent de nombreuses adhérences. L'usage de plaques verrouillées de très petite taille tend à se développer et facilite le difficile traitement des fractures comminutives. Les fractures spiroïdes nécessitent souvent un abord chirurgical, car la compréhension du trait dans les trois dimensions est difficile, occasionnant l'introduction fréquente d'une vis dans le foyer. Plus rarement, les fractures ouvertes peuvent être traitées par des broches pour minimiser le volume du matériel implanté.

Les fractures de P1 des doigts longs

Les fractures de P1 des doigts longs posent moins de problèmes. Leur traitement est fréquemment orthopédique et fait appel à la technique de Thomine [107].

En cas d'indication chirurgicale, la qualité osseuse est meilleure avec du matériel d'ostéosynthèse plus facilement implantable. Enfin, en cas d'adhérences, la ténolyse de l'appareil extenseur est aisée et souvent efficace.

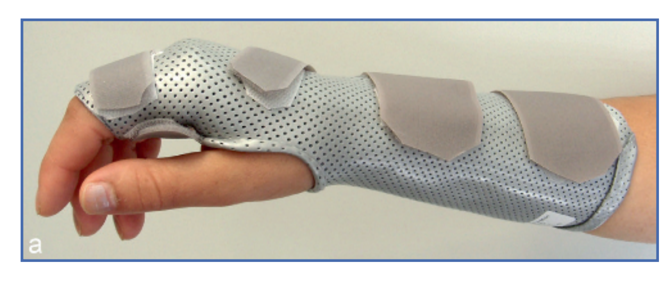
Pour les fractures diaphysaires de P1

Pour les fractures diaphysaires de P1, Thomine [107, 108], déçu par le traitement orthopédique classique qui donne dans seulement 50 % des cas un secteur utile de mobilité, propose la confection d'un appareillage fonctionnel. Un gantelet en matériau thermoformable stabilise le poignet en extension (figure 7.39a), aligne dans le plan frontal les IPP des doigts longs, en fléchissant les 4e et 5e articulations carpo-métacarpiennes (figure 7.39b). Les métacarpophalangiennes sont fléchies entre 40° et 60°en fonction de l'œdème et du confort du blessé; les doigts longs sont mis en syndactylie au-delà des IPP. Dans cette position, il y a peu de risque de déplacement secondaire des fractures diaphysaires de la 1re phalange. La mobilisation des articulations IPP et IPD est immédiate. L'appareillage est laissé en place cinq semaines; la surveillance clinique et radiographique durant les trois premières semaines recherchera un déplacement secondaire.

Les indications chirurgicales sont similaires à celles des fractures diaphysaires de P2, mais les broches et plaques utilisées sont volontiers de plus grosse taille, utilisant des vis de 1,5 ou 1,7 mm et des broches de 1,2 mm. Les fractures extra-articulaires de la base de P1 se déforment en *recurvatum* sous l'action des interosseux (figure 7.4), une comminution postérieure entraîne fréquemment une mauvaise réduction [18] et justifie un brochage percutané (figures 7.15 et 7.40).

L'introduction des broches en croix peut être rétrograde pour ne pas entraver le glissement de la dossière des interosseux, mais elles gênent alors les mobilités IPP. Dans le cas d'une introduction proximodistale, la position de réduction à poing fermé sera très utile. L'opérateur introduit les broches entre les deux métacarpiens, environ 1 cm sous l'apex de la tête métacarpienne, en visant son index positionné sur le condyle de P1 opposé. Pour une fracture de P1 d'une phalange bordante (index ou auriculaire), l'introduction des broches en croix par le bord libre du doigt sera plus facile.

La mise en place des plaques sera latérale, après ouverture de l'expansion oblique des interosseux pour accéder à la base de P1. Une plaque en L est utilisée pour les fractures de la base de P1. La plaque est mise sur la face latérale; seul l'œillet latéral sera sous la sangle du tendon extenseur (figure 7.41).



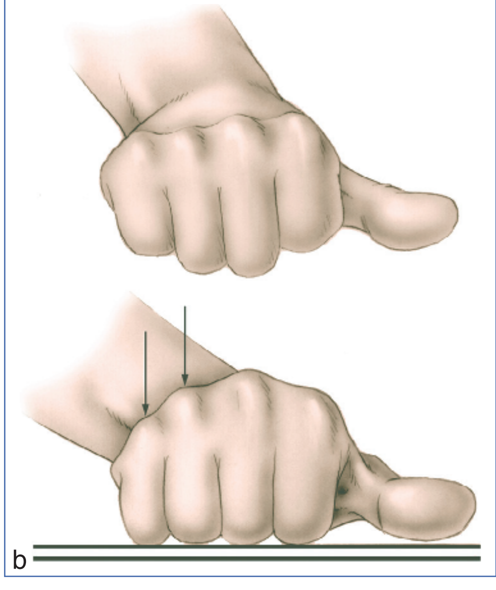


Figure 7.39

a. Technique de Thomine : une orthèse en matériau thermoformable fixe le poignet en dorsiflexion et les articulations métacarpophalangiennes entre 40° et 60° de flexion. La face palmaire de P2 et P3 est libre pour autoriser la flexion complète des chaînes digitales.
b. Les articulations IPP sont alignées dans le plan frontal en fléchissant les 4e et 5e articulations carpométacarpiennes.

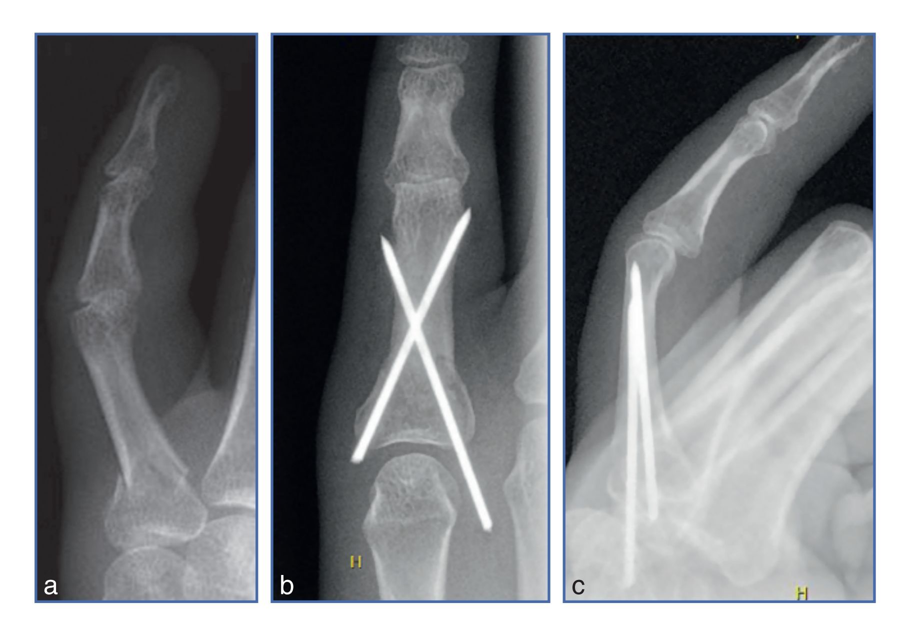


Figure 7.40

a. Fracture diaphysaire de P1 déplacée en *recurvatum*.
b, c. Ostéosynthèse par deux broches en croix.

Figure 7.41

a. Fracture oblique de PI à 3 fragments.
b. Ostéosynthèse par vis de 1,5 et plaque en L.

Les fractures du col et de la tête de P1

Les fractures du col et de la tête de P1 seront abordées dans les fractures de l'IPP.

Les fractures de la base de P1

Les fractures de la base de P1 sont plus rares. Il peut s'agir d'avulsions ligamentaires, d'authentiques fractures affectant la surface articulaire ou d'impaction de la base. Leur traitement est orthopédique selon Thomine, sauf pour les lésions ayant un retentissement articulaire ou responsables d'une instabilité. Le risque de pseudarthrose est important et certains proposent un vissage systématique [99]. L'exérèse de fragments intra-articulaires, ou une réinsertion ligamentaire sur ancre après ablation d'un fragment basculé voué à la pseudarthrose, peut s'imposer.

Les lésions de l'IPP

L'IPP est une articulation difficile car elle couvre un secteur de mobilité de 0° à 100° tout en assurant une excellente stabilité, mais elle est d'une grande vulnérabilité car exposée aux traumatismes directs et indirects. Elle participe de manière importante au verrouillage de la chaîne digitale et les sollicitations quotidiennes sont importantes. Les traumatismes de l'IPP génèrent fréquemment raideur, douleur et œdème chroniques en raison de la réactivité des structures capsuloligamentaires intéressées par le traumatisme et la réalisation d'une ostéosynthèse.

Dans une série de 38 cas de fractures de l'IPP, nous avons observé que, si la réduction anatomique est parfaite, les résultats classés excellents et bons atteignent 76,47 % alors que, si la réduction est incomplète, ils chutent à 22,23 %. Les fractures unicondyliennes procurent les meilleurs résultats alors que les fractures bicondyliennes génèrent plus fréquemment des raideurs articulaires. Ceci provient des difficultés de l'ostéosynthèse et du taux élevé de nécroses condyliennes.

Les fractures par impaction relevaient le plus souvent pour Trojan [109] du traitement orthopédique mais la réduction anatomique des surfaces articulaires est impossible du fait du mécanisme lésionnel. Même si le fibrocartilage assure à moyen terme une fonction utile, une arthrose douloureuse et enraidissante s'installe souvent secondairement. Les techniques de distraction de Suzuki [106] et Schenck [92] améliorées par Pélissier [79] (Ligamentotaxor®) permettent de préserver la fonction de nombreuses articulations IPP qui seraient autrement vouées à la raideur ou à l'arthroplastie.

Il convient de distinguer les fractures du col de P1, de la tête de P1, les fractures de la base de P2 et les lésions combinées qui sont beaucoup plus rares.

Les fractures du col de P1

Les fractures du col de P1 sont fréquentes. Ces fractures sont juxta-articulaires et instables. Le risque de raideur de l'IPP est important car elles sont souvent déplacées par les contraintes exercées par les interosseux et les extrinsèques. Le traitement est chirurgical, à l'exception des fractures non déplacées. Le déplacement du massif épiphysaire se fait en extension. La réduction est obtenue par l'enroulement synchrone de tous les doigts longs en fermant le poing, puis la position en hyperflexion IPP est maintenue. Cette manœuvre permet la réduction du massif épiphysaire sur la diaphyse et limite la survenue de troubles rotatoires, la réduction et la convergence des doigts étant guidées par les doigts adjacents.

La synthèse est confiée, au choix de l'opérateur, à des broches ou à une plaque latérale. L'ostéosynthèse percutanée est pratiquée lorsque la réduction est parfaite par les manœuvres externes, avec un contact interfragmentaire complet. Le brochage en croix par des broches de 12/10^{e} ou 10/10^{e} est pratiqué sous contrôle scopique. Un embrochage centromédullaire élastique stable (ECMES) [59, 62] peut être réalisé pour les fractures les plus distales. Il offre l'avantage de ne pas transfixier les ligaments latéraux de l'articulation IPP et de limiter la gêne à la mobilisation articulaire (figure 7.60). Il est par contre de réalisation plus difficile que pour les fractures de P2 du fait de la présence des fibres obliques des interosseux en proximal. Le cintrage des broches est primordial, selon les règles de l'ECMES [62], pour atteindre un appui 3 points. En cas d'instabilité résiduelle, une arthrorise IPP peut s'imposer, mais au prix d'un enraidissement certain, surtout si un de retard de consolidation impose une prolongation du traitement.

Les fractures de la tête de P1

Les fractures de la tête de P1 ont été classées en quatre types d'après London en 1971 [67] (figure. 7.42) :

- type I : fracture unicondylienne stable non déplacée ;
- type II : facture unicondylienne oblique courte ;
- type III : fracture unicondylienne oblique longue ;
- type IV : fracture bicondylienne beaucoup plus rare.

Pour notre part, nous distinguons les traits bicondyliens en V, en Y ou en T. Cette classification ne tient compte que d'une analyse du cliché de face. Weiss et Hastings [l19] ont introduit une description complémentaire sur le cliché de profil en distinguant un trait coronal avec, soit un fragment dorsal, soit un fragment palmaire (figure 7.34).

Comme pour toute fracture articulaire, les indications du traitement conservateur sont limitées aux lésions strictement non déplacées et aux contre-indications dépendantes du patient. En effet, chez les patients dont l'objectif fonctionnel est limité du fait d'un âge très avancé ou d'une comorbidité (démence, membre non fonctionnel, paralysie, inobservance prévisible, etc.), un traitement limité est parfois préférable.

Les fractures de type 1 peuvent faire l'objet d'une syndactylie simple durant la journée et de la mise en place d'une attelle digitale statique dorsale la nuit et lors des situations à risque (figure 7.43). Les autres lésions sont instables et nécessitent un traitement plus prudent en retardant la mobilisation au-delà de la 3^{e} semaine, lorsque le cal primaire aura suffisamment englué les fragments.

Au moindre déplacement, l'indication opératoire est la règle. Dans le cas des lésions unicondyliennes, un vissage simple est pratiqué à l'aide d'une vis 1,5 ou 1,2 mm en fonction de la taille de la phalange (figure 7.44). L'ostéosynthèse

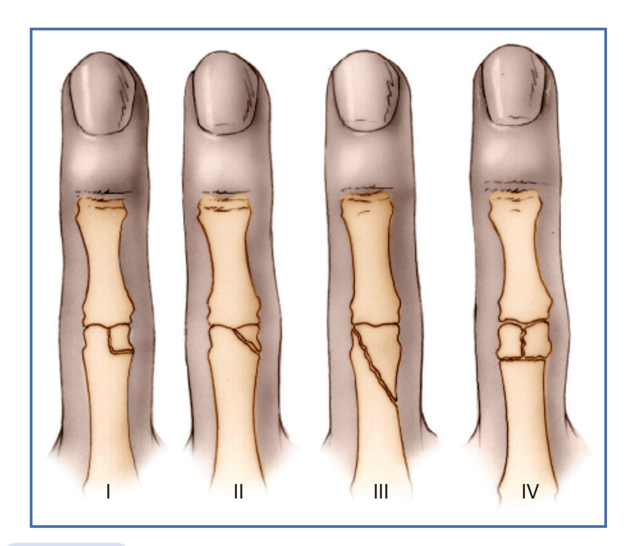


Figure 7.42

Classification de London modifiée des fractures articulaires de la tête de la 1re phalange des doigts longs sur un cliché de face :
– type I : fracture unicondylienne stable non déplacée ;
– type II : fracture unicondylienne oblique courte ;
– type III : fracture unicondylienne oblique longue ;
– type IV : fracture bicondylienne en V, en Y ou en T.

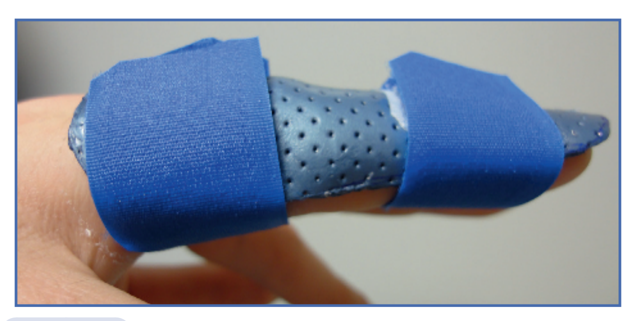


Figure 7.43

Tuile dorsale sur fracture non déplacée de la tête de P1.

percutanée est privilégiée lorsque la réduction par manœuvres externes ou à l'aide du davier à pointes est obtenue. Le vissage est réalisé avec des vis standards Stryker-Leibinger ou Synthes Compact Hand ou par des dispositifs canulés voire sécables en fonction des disponibilités.

Le protocole de rééducation est identique à celui utilisé pour les lésions stables de type I. Notre pratique nous a conduit à réaliser des ostéosynthèses de « confort » pour les lésions condyliennes obliques non déplacées de Pl et de P2. En effet, la stabilité obtenue au prix d'une intervention mini-invasive permet de protéger le patient d'un déplacement secondaire et d'offrir une mobilisation immédiate protégée par une syndactylie. Ceci contribue à limiter la raideur et les adhérences péritendineuses, tout en diminuant la durée de la convalescence, mais cette option thérapeutique implique une parfaite information du patient sur le « bénéfice risque » d'un tel choix.

Les lésions les plus complexes de la tête de P1 correspondent aux fractures coronales distales sous-chondrales. Elles surviennent lors de mouvements indirects rotatoires en position de semi-flexion, le condyle étant « cisaillé » par la pression antérolatérale de la base de P2.

Le diagnostic radiologique est parfois difficile en urgence à cause de la petite taille des fragments, mais le contexte douloureux et l'impotence fonctionnelle rendent la réalisation d'un scanner nécessaire. Par ailleurs, ce type de fracture évolue fréquemment vers une arthrose, conséquence d'une réduction laborieuse et d'une ostéosynthèse difficile qui peut se compliquer d'une ostéonécrose. L'ostéosynthèse doit être privilégiée chez le sujet jeune ; elle sera effectuée par des broches ou des microvis enfouies, voire par une ostéo-suture (au PDS ou sur une ancre Microfix). L'arthroplastie

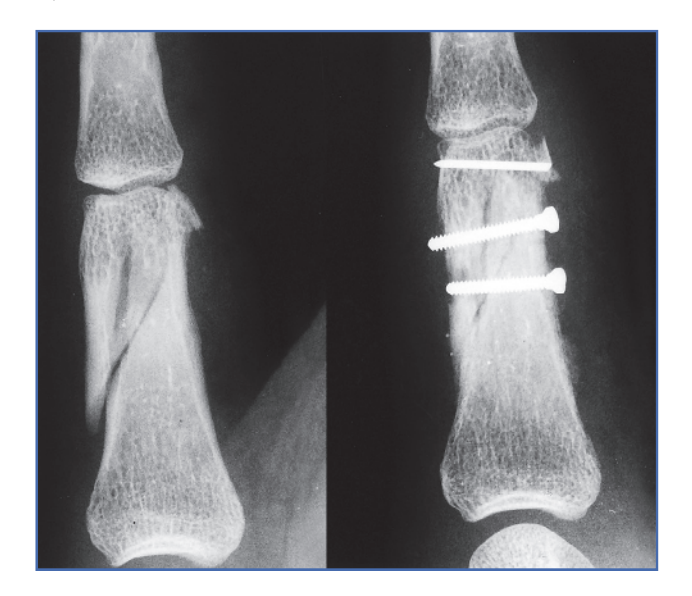


Figure 7.44

Fracture unicondylienne de P1 de D5 ostéosynthèsée par vis corticale et broche.

silicone IPP est parfois une solution confortable pour des patients plus âgés.

Lorsque la lésion est bicondylienne, une stabilisation par miniplaque est préférable. L'abord est latérodigital, préservant les branches sensitives dorsales des nerfs collatéraux. La réduction épiphysaire est d'abord maintenue par des minibroches ou un vissage premier simple. Le massif épiphysaire reconstruit est alors réduit sur le col et la plaque est mise en place. La miniplaque est apposée sur la face latérale de P2 pour limiter les adhérences sous le tendon extenseur et faciliter son éventuelle ablation. Les plaques verrouillées de petite taille sont ici d'une grande utilité pour maintenir la réduction et l'axe articulaire, car une seule vis peut être introduite dans le condyle (figure 7.23, 5).

Les fractures de la base de P2

Les fractures de la base de P2 sont en général plus comminutives. La classification de Schenck [91] prend en compte à la fois le pourcentage de surface fracturée et le degré de subluxation dorsale (figure 7.45).

Les lésions de type 1 sont l'équivalent d'une entorse de la plaque palmaire. La plaque palmaire emporte son insertion osseuse au lieu de se rompre en zone ligamentaire. Le traitement est celui d'une entorse digitale (voir chapitre 5) et

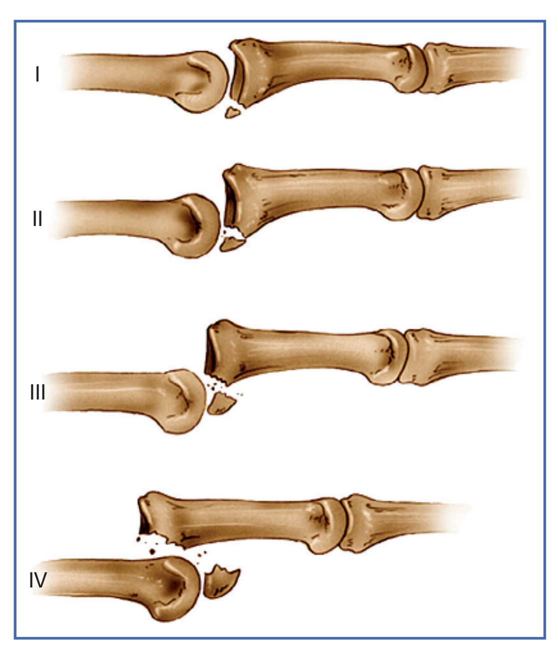


Figure 7.45

Classification combinée de Schenck des fractures-dislocations articulaires de la base de la 2e phalange des doigts longs.
Grade de la fracture : type I : < 10 % de la surface ; type II : entre 11 et 20 % ; type III : entre 21 et 40 % ; type IV : > 40 %.
Grade de la dislocation dorsale : grade A : < 25 % ; grade B : entre 25 et 50 % ; grade C : > 50 % ; grade D : total.

la mobilisation précoce doit être encouragée pour limiter les séquelles. L'erreur serait de tenter d'améliorer le contact interfragmentaire par une immobilisation en flexion de l'IPP qui se solderait par un flexum difficile à corriger.

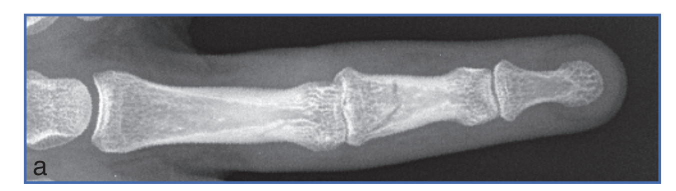
Il convient d'individualiser les fractures de la berge dorsale de la base de P2 qui correspondent à un véritable arrachement de la bandelette centrale de l'appareil extenseur [44]. Si une synthèse directe est réalisable, elle sera confiée à un vissage, à une *hook-plate* [52] ou un brochage-haubanage par des broches de 8/10e ou 10/10e et un cerclage de PDS 3/0 doublé. Dans le cas où le fragment n'est pas synthésable, une réinsertion sur une ancre Microfix est indiquée, les fils s'appuyant par un point en cadre sur la zone tendineuse plus en proximal. L'immobilisation et la rééducation seront celles d'une lésion de l'extenseur en zone 3 (voir chapitre 11, « Lésions de l'appareil extenseur »).

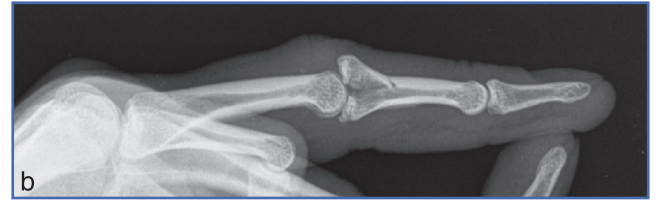
Dans notre pratique, les autres stades de la classification de Schenck n'apportent pas d'élément décisionnel supplémentaire puisque le traitement sera chirurgical. La radiographie n'est pas suffisante pour prendre la bonne décision thérapeutique et l'exploration par scanner est presque systématique pour déceler des enfoncements focaux de la surface articulaire que la radiographie minimise trop souvent. L'étude des fragments épiphysaires et la présence d'une subluxation dicteront l'abord et la technique de stabilisation proposée dans un éventail de techniques que le chirurgien se doit de maîtriser car c'est à ce moment que se joue le devenir fonctionnel.

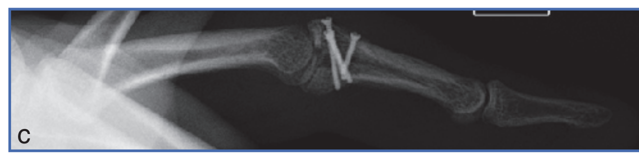
En présence d'un gros fragment unique, la synthèse est effectuée par vissage direct [37] (figure 7.46). Plusieurs abords sont possibles en fonction du type de la fracture et des possibilités de rééducation du patient. Un vissage en rappel dorsopalmaire peut être proposé par une voie dorsale curviligne entre les bandelettes centrale et latérale, mais la vision du trait est limitée, exposant à un défaut de réduction. Cet abord est simple et très peu enraidissant pour le patient dont le suivi et l'appareillage se trouveront facilités.

Un abord palmaire sans luxation articulaire permet un vissage direct palmodorsal en limitant le traumatisme articulaire, mais, là aussi, le contrôle de la réduction se fera sous scopie car la vision articulaire directe est restreinte.

Nous privilégions la véritable voie palmaire avec luxation articulaire proposée par Schneider [94]. L'incision en baïonnette ou selon Brunner permet une libération extensive indispensable des pédicules collatéraux, afin de leur autoriser un effacement confortable, sans distraction, lors de la luxation articulaire. La gaine fibreuse digitale est ouverte entre A2 et A4 par la levée d'une fenêtre qui sera suturée en fin d'intervention. Les tendons FCS et FCP sont extraits sur le côté et on procède à l'incision de la plaque palmaire en







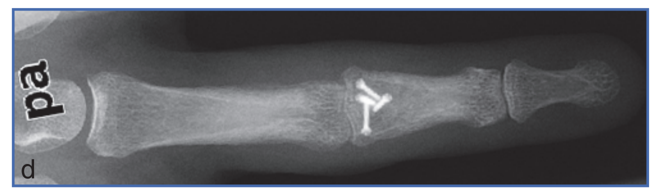


Figure 7.46

a et b. Fracture à gros fragment dorsal de la base de P2.
c et d. Ostéosynthèse par vis Leibinger de 1,2 mm.

U ou en H en fonction du geste planifié. On conduit alors une libération large des insertions proximales des ligaments collatéraux. La luxation IPP est progressivement et prudemment obtenue en hyperextension articulaire, les pédicules collatéraux et les tendons fléchisseurs étant luxés sur les côtés. La mise en flexion de l'IPD détend le FCP lors de ce temps parfois délicat. Une main en composite Arex permet de maintenir la position du doigt pour la suite du temps chirurgical et libère l'aide opératoire. La vision articulaire est alors parfaite sur les deux versants de l'IPP. L'inspection cartilagineuse confirme la position fragmentaire, et détermine l'arthrose éventuellement présente. Le type de procédure pratiqué est adapté en fonction des constatations.

La réduction de la fracture est conduite de manière très prudente à l'aide de manœuvres de levier avec des petites broches ou avec la pince à griffe d'Adson. Lors de ce temps délicat, il faut veiller à relever tous les fragments sans les extraire et à reconstituer la forme concave de l'articulation, surtout sur son bec palmaire, siège d'un tassement global. Une fois la congruence articulaire restaurée, une ou deux vis sous-chondrales bicorticales (taille : 1,5 mm) étayeront la surface articulaire et un cerclage double de PDS 3/0 est noué en tension selon la technique du *nice-knot* [7] pour rassembler les fragments. Ce cerclage apporte une stabilité importante et limite les risques de déplacement secondaire. Il faut veiller à le placer au moins 1 à 2 mm sous la surface articulaire pour que l'appui métaphysaire soit suffisant et qu'il ne s'échappe pas. L'IPP est réduite, la plaque palmaire est suturée par des points en U au PDS 4/0, et la gaine tendineuse est refermée.

Il est essentiel que la rééducation soit immédiate et appliquée consciencieusement par un patient coopératif pour obtenir un bon résultat. Il s'agit pour nous de la seule limite à cet abord chirurgical. En effet, les risques d'enraidissement IPP et d'adhérences sur les tendons fléchisseurs sont importants si la mobilisation active n'est pas convenablement réalisée et surveillée. Le patient est protégé durant les 15 premiers jours par une orthèse thermoformée type « Top dorsale » limitant l'hyperextension de la MP et de l'IPP mais autorisant la flexion.

La mobilisation active et passive est débutée dès J2.

Au-delà de 15 jours, une simple syndactylie est portée en journée, l'orthèse « Top dorsale » étant réservée au port nocturne afin d'éviter toute hyperextension de la chaîne digitale. Puis, une orthèse dynamique d'extension analytique de l'IPP avec stabilisation de la MP est confectionnée à la 3^{e} semaine pour éviter l'installation d'un flexum IPP, un doigtier en Lycra réduira l'œdème.

Lorsque la fracture comminutive concerne la base de P2, la technique précédente peut être proposée tant qu'une corticale articulaire dorsale est préservée pour permettre un appui des vis et du cerclage. Il s'agit de la seule technique qui autorise une réduction anatomique, le relèvement d'enfoncements articulaires fixés ou la prise en charge de fractures vues avec retard [81]. Dans aucune de ces deux dernières situations le principe du ligamentotaxis ne trouve d'indication. La synthèse directe s'impose (figure 7.47).

En revanche, lorsque la comminution antérieure de la base de P2 détache la marge articulaire sous la forme de très petits fragments multiples, non synthésables, rendant impossible la mobilisation immédiate, nous appliquons le procédé de greffe d'hémi-hamatum proposé par Hastings [71] (figure 7.48). Cette indication est déterminée au mieux en préopératoire sur le scanner, mais parfois en peropératoire devant l'étendue des dégâts cartilagineux ou l'impossible synthèse des fragments. L'étude anatomique a montré les similitudes de forme entre la base de P2 et le carrefour articulaire hamato-M4-M5 dorsal [13]. L'abord est réalisé selon la technique décrite précédemment et on procède à une ostéotomie oblique coronale emportant la comminution palmaire et la métaphyse de P2 attenante sur 5 mm. On se porte alors sur la surface dorsale et distale de l'hamatum pour prélever prudemment un greffon ostéochondral

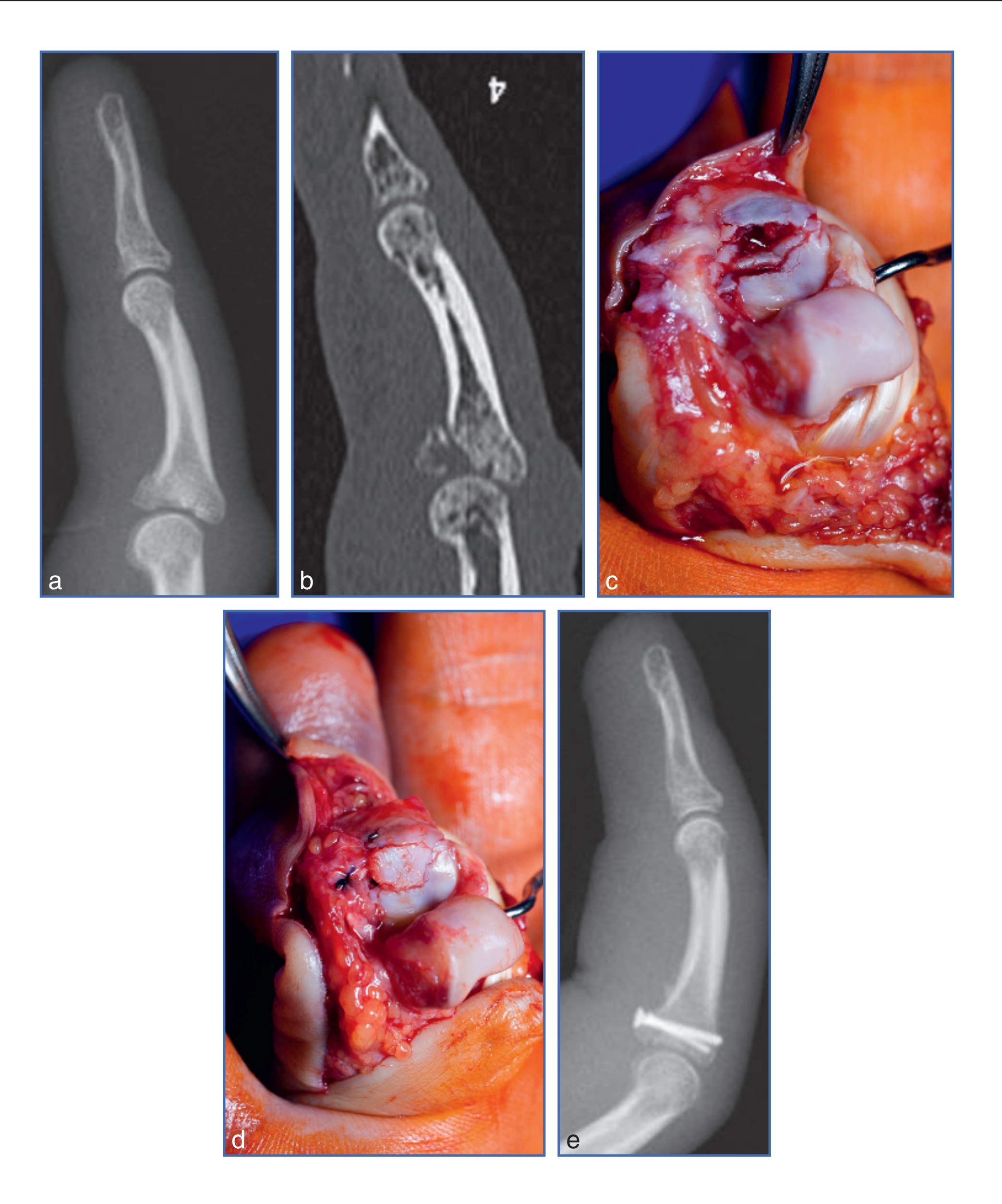


Figure 7.47

a, b. Fracture enfoncement de la base de P2, le scanner rend compte de l'état réel de la surface articulaire.
c. Voie d'abord palmaire mettant en évidence l'état articulaire de P2, les surfaces condyliennes de Pl sont intactes.
d, e. Après relèvement des fragments ostéosynthèse par deux vis de 1,5.

sur mesure. La suture capsulaire à l'aide de PDS 2/0 reconstitue la stabilité postérieure de cette articulation, les séquelles rapportées sur le site donneur sont minimes [13]. Cette greffe est alors retaillée à la demande pour s'adapter précisément au défect et reconstituer le bec palmaire de P2. Un vissage par deux vis de 1,5 ou 1,7 mm permet un montage très stable autorisant la rééducation active précoce. Il faut savoir que le cartilage est toujours plus épais sur la greffe que sur P2 : le contrôle radiographique peut laisser croire à une mauvaise réduction avec « marche d'escalier » articulaire, mais seul le contrôle visuel direct peropératoire compte. Les résultats de cette technique sont satisfaisants, offrant jusqu'à 70° de mobilité active IPP selon Calfee [12] voire plus [121], mais restent soumis à l'intégration de la greffe à distance. Une technique similaire a été décrite par Cavadas [15] utilisant une greffe ostéochondrale de base de M5 en sauvetage des pertes de substances de la tête de P1 ; mais si l'adéquation anatomique est validée [40], le résultat fonctionnel est moins favorable.

Si la lésion est au-delà de toute reconstruction directe, lorsque le plateau technique de rééducation n'est pas propice ou que le patient n'offre pas les garanties de motivation suffisantes, le fixateur externe dynamique permet de sauver certaines de ces IPP lésées. Ces dispositifs sont indiqués

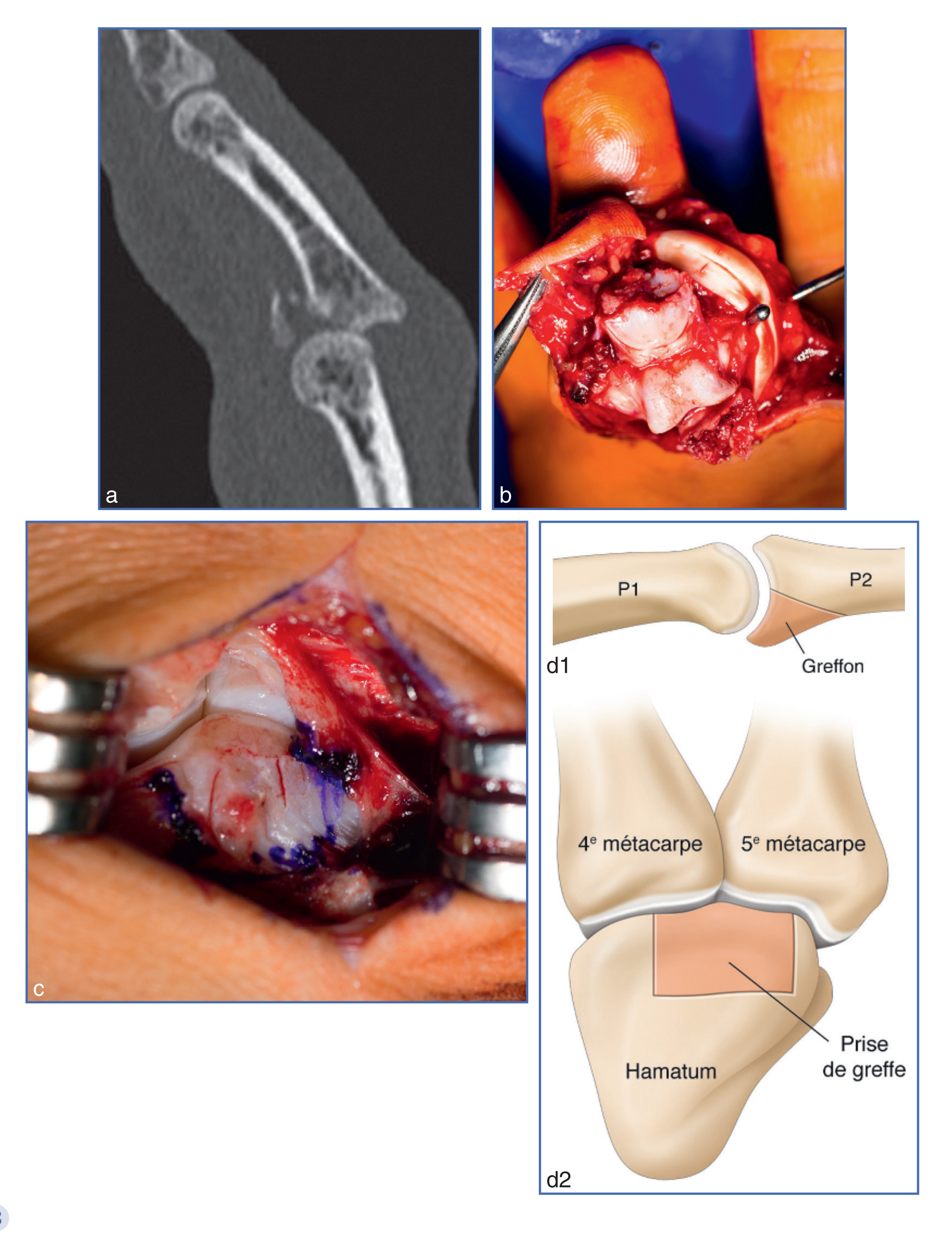


Figure 7.48

a, b. Fracture écrasement de P2-D4 avec subluxation dorsale, ostéosynthèse impossible.
c, d. Prélèvement d'un greffon ostéochondral sur la surface dorsale et distale de l'hamatum à cheval sur M4-M5.

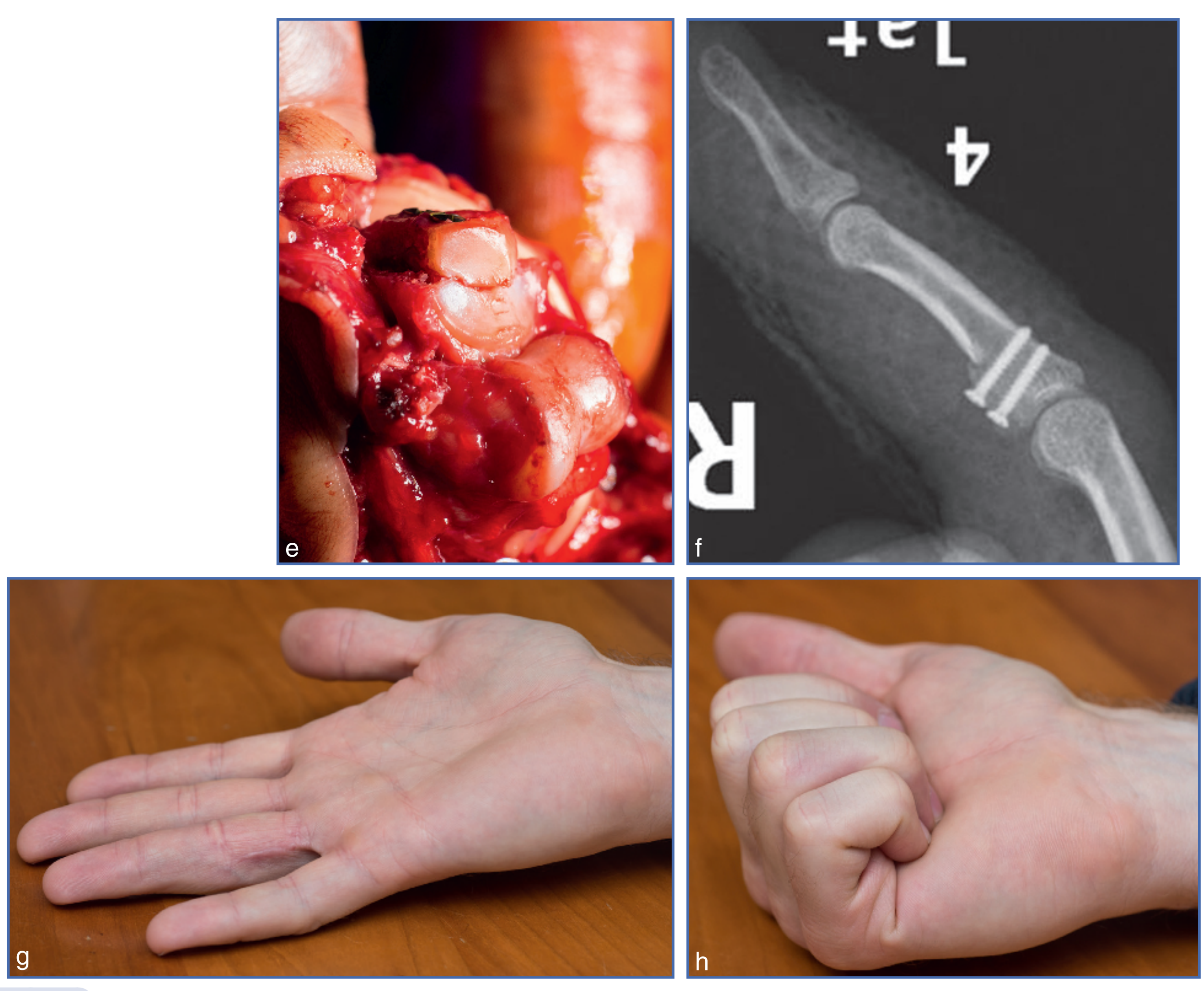


Figure 7.48

Suite.

e, f. Vissage du greffon.
g, h. Résultat fonctionnel au 6e mois.

essentiellement dans les fracas métaphysoépiphysaires de la base de P2. Schenck [92] a proposé la distraction des fractures comminutives de la base de P2 mais son dispositif est très encombrant. Suzuki [106] a développé un système de distraction plus sobre et aussi efficace. Mais la facilité de réalisation et d'utilisation revient au Ligamentotaxor® (Arex) développé par Pélissier [79]. La première broche détermine le plan de flexion-extension du dispositif et doit être rigoureusement insérée en plein centre de rotation de la tête de P1. La deuxième broche transfixie la diaphyse de P2. Pour éviter une subluxation dorsale de la base de Pl, une troisième broche plus proximale est placée en parallèle sur la diaphyse. Ces trois broches sont guidées par un double système de spirale qui va permettre la distraction du foyer de fracture et son remodelage. Pour éviter toute déformation en parallélogramme, les deux spirales sont solidarisées par une broche en U. La précision du montage autorise la mobilisation précoce, ce qui contribuera au remodelage articulaire. Il faut surveiller le maintien d'une tension efficace sur les spirales (compter le nombre de spires entre les broches), car une mobilisation soutenue peut dérégler le système. La mise en place de petites billes de ciment (méthacrylate) (figure 7.27a) évite cette complication. Le Ligamentotaxor® est mis en place pour un mois en fonction de la progression radiologique de la consolidation. Pélissier préconise l'absence de mobilisation pendant les 10 premiers jours (figures 7.49 et 7.50).

Fracas bipolaires de l'IPP

Dans le cas de fracas bipolaires de l'IPP, l'intervention combinera, si possible, une synthèse minimale épiphysaire et un rassemblement en fagot des éclats métaphyso-diaphysaires par cerclage au fil résorbable, avec le maintien de la longueur

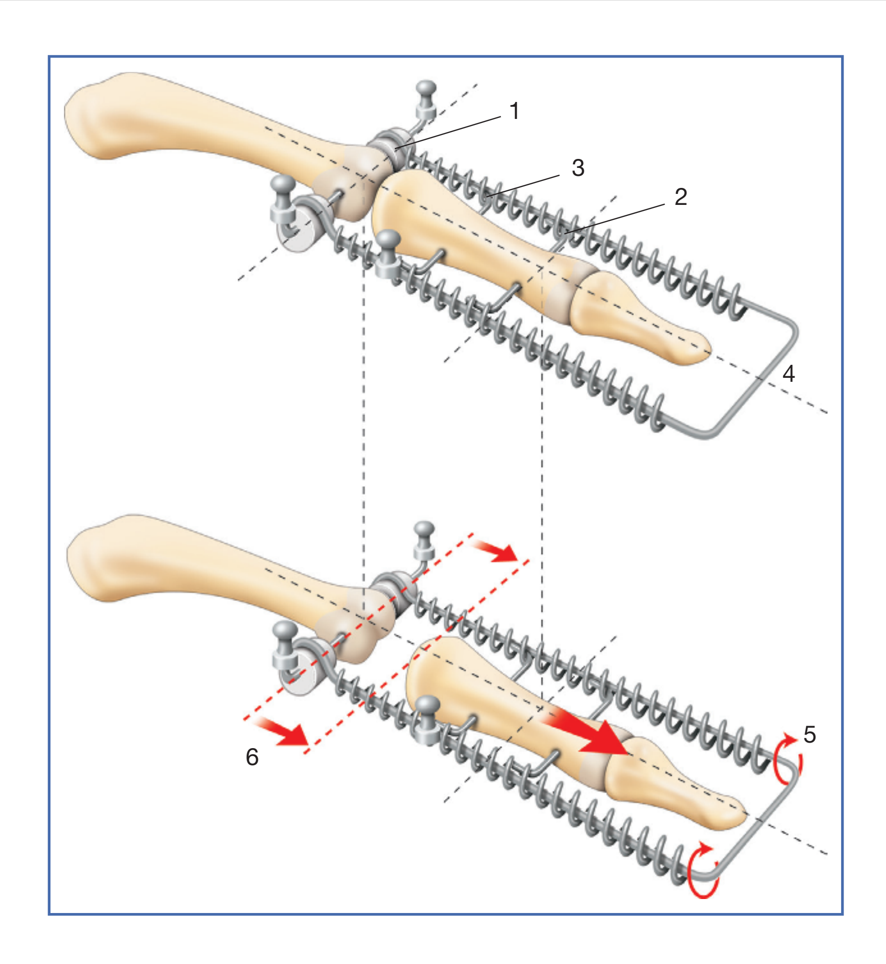


Figure 7.49

Le Ligamentotaxor® (Arex).

a. La première broche est introduite transversalement dans l'axe de l'épiphyse de P(1). La seconde broche est introduite au niveau de la diaphyse de P2 (2). Pour éviter une subluxation dorsale de la base de P2 une troisième broche plus proximale est placée en parallèle sur la diaphyse (3). Ces trois broches sont guidées par un double système de spirale. Une broche en U solidarise les deux mécanismes de distraction (4).
b. La rotation des spirales (5) permet une distraction contrôlée de l'articulation IPP (6).

des segments osseux par brochage en croix ou plutôt par fixateur externe Mini-Pennig Orthofix [80], voire par un dispositif cimenté rudimentaire type Beaubourg [23]. La reconstruction ultérieure de l'IPP dépendra de la fonction obtenue et des symptômes résiduels. Elle sera confiée, en fonction de l'âge du patient, des motivations et des dégâts des parties molles, à une arthrodèse IPP, une prothèse IPP ou un transfert articulaire selon l'arbre décisionnel développé dans le volume 2 (chapitre 2).

Enfin, nous avons également intégré *l'arthroplastie IPP en urgence* dans notre arsenal thérapeutique pour la prise en charge des fractures fermées de l'IPP sans extension métaphysaire majeure. En effet, lorsque l'arthrose est déjà radiologiquement présente lors du traumatisme, que le patient a plus de 50 ans et une comminution articulaire majeure, l'arthroplastie silicone est une option réaliste. Elle permet de traiter dans le même temps opératoire la fracture et ses complications probables. La comminution est réglée par la résection des fragments qui met le patient à l'abri d'une nécrose fragmentaire, d'une pseudarthrose et traite à l'avance l'enraidissement et les complications arthrosiques douloureuses.

L'intervention peut être conduite par voie palmaire de Schneider [41, 63, 94] ou par voie latérale comme nous l'avons développé [72]. Nous utilisons exclusivement ces deux abords, car ils permettent une mobilisation immédiate avec une vue peropératoire parfaite et assure les meilleurs résultats fonctionnels [9, 72, 84]. Un artifice consiste à utiliser la recoupe condylienne de P1, nécessaire à la pose de l'implant, pour reconstituer un appui métaphysaire antérieur en cas de défect modéré. La rééducation est immédiate, selon les principes énoncés au paragraphe précédent pour l'abord palmaire et dans le tome 3 (voir chapitre 3, figures 3.11 et 3.12)

Figure 7.50

a, b. Fracture comminutive de la base de P2 de D2.
c, d, e. Le Ligamentotaxor® assure une distraction remodelage de la base de P2.
f, g. La mobilisation à la troisième semaine.
h, i. Résultat final à la 8e semaine.

Les fractures des métacarpiens

Les fractures des métacarpiens sont divisées en fracture de la tête métacarpienne, du col, de la diaphyse et de la base métacarpienne. Le plus souvent un traitement orthopédique ou fonctionnel permettra un résultat utile. La chirurgie est dédiée au traitement des fractures déplacées, instables ou à la demande du blessé pour des raisons socioéconomiques.

Les fractures de la tête des métacarpiens

Les fractures de la tête des métacarpiens sont rares et le plus souvent articulaires. Elles touchent fréquemment les doigts radiaux et, surtout, l'index qui est exposé en tant que doigt bordant avec un métacarpien fixe. On distinguera les fractures avulsions et les fractures articulaires, elles-mêmes isolées ou incluses dans une luxation articulaire MP.

Les fractures avulsions de la tête métacarpienne

Les fractures avulsions de la tête métacarpienne intéressent la joue latérale du métacarpien par traction du ligament collatéral. Un traitement fonctionnel par syndactylie suffit le plus souvent pour obtenir la guérison. Shewring et Thomas ont rapporté un important taux de pseudarthroses douloureuses et recommandent plutôt une ostéosynthèse systématique [100]. En cas de petit fragment osseux très déplacé, basculé ou associé à une instabilité articulaire, une résection fragmentaire et la réinsertion du ligament par une ancre Minilock sont la règle.

Les fractures articulaires simples non déplacées

Les fractures articulaires simples non déplacées (déplacement articulaire inférieur à 1 mm et absence de *gap* interfragmentaire font l'objet d'un traitement orthopédique par orthèse de type Thomine pendant deux à trois semaines suivi par une syndactylie pendant deux semaines supplémentaires (figure 7.39). Les lésions déplacées à gros fragment sont, au mieux, vissées, ce qui donne une stabilité autorisant la mobilisation immédiate pour limiter les séquelles enraidissantes.

Les fractures polyfragmentaires de la tête des métacarpiens

Les fractures polyfragmentaires de la tête des métacarpiens sont traitées orthopédiquement, en l'absence de déplacement, par orthèse de type Thomine pour trois à quatre semaines puis mise en syndactylie pour deux semaines supplémentaires (figure 7.39).

Dans le cas d'un déplacement significatif, une ostéosynthèse est nécessaire. L'abord est dorsolatéral par section de la bandelette sagittale de la dossière des interosseux à 2 mm du tendon extenseur commun, afin de permettre sa suture en fin d'intervention. Les fragments sont, au mieux, laissés pédiculés sur les expansions capsuloligamentaires pour limiter leur dévascularisation. L'ostéosynthèse par vissage des gros fragments sera également préférée (figure 7.23b). Afin de diminuer le volume du matériel implanté et d'éviter des refends supplémentaires, les fragments intermédiaires de petite taille seront maintenus après réduction par compression entre les fragments de plus grosse taille.

Dans le cas de lésions par impaction, une broche axiale de bonne taille émoussée et coudée, introduite par la base du métacarpien, permet de relever la surface articulaire et de la soutenir le temps de la consolidation osseuse. Pour les lésions responsables d'une destruction complète de la tête métacarpienne, l'implantation d'une prothèse MP est justifiée.

Les fractures du col des métacarpiens

Les fractures du col des métacarpiens affectent principalement les doigts cubitaux et leur traitement reste controversé. C'est la pathologie du « donneur de coup de poing ». Le patient pratiquant des sports de combat à haut niveau conservera la main axée à l'impact, frappant avec les métacarpiens fixes M2-M3. À l'opposé, le combattant occasionnel effectuera un mouvement plus circulaire, en légère flexion du poignet, d'où un contact sur les métacarpiens mobiles M4 et M5. L'impact sur la face dorsale du métacarpien, en position de flexion de la carpométacarpienne (CMC), provoquera une fracture en bascule palmaire du col, associée à une comminution antérieure plus ou moins importante du col.

L'examen clinique retrouve une perte du relief postérieur de la tête métacarpienne fracturée et recherche un défaut d'extension active et un trouble rotatoire. La palpation évaluera la protrusion palmaire de la tête métacarpienne qui s'avère être très gênante lors du serrage d'un manche chez le travailleur manuel. Les radiographies de face, profil et trois quarts suffisent le plus souvent au diagnostic et à l'évaluation du déplacement.

Le traitement de ces lésions est controversé dans le contexte économique actuel. En effet, la consolidation est pratiquement toujours obtenue avec un résultat fonctionnel utile dans de brefs délais. La comparaison entre traitement chirurgical et fonctionnel ne note pas de différence importante tant au plan fonctionnel que sur la rapidité de récupération. Les études randomisées actuelles sont

en faveur d'une simple syndactylie, même pour les lésions déplacées [102]. La survenue d'un cal vicieux en flexion entrave peu la mobilité digitale, mais la déformation en effacement de la tête métacarpienne est parfois inesthétique et responsable d'un défaut d'extension digitale. Cette situation, qui n'engendre pas de différence statistique, peut néanmoins être ressentie comme gênante par les patients.

Les métacarpiens fixes M2 et M3

Pour les métacarpiens fixes M2 et M3, la tolérance à la bascule du col est mauvaise car la CMC est fixe. Les fractures non déplacées font l'objet d'un traitement par syndactylie simple pour trois semaines en cas de fracture partielle stable (figure 7.11). Un traitement orthopédique de type Thomine pendant trois semaines suivi d'une syndactylie pendant quinze jours est proposé pour les fractures peu déplacées ou chez les patients dont le contexte est défavorable (démence, rixes répétées, etc.) ou bien lorsque l'exigence fonctionnelle est limitée (figure 7.39). Lorsque la flexion du col est supérieure à 10-15°, et surtout en cas de défaut d'extension active au *testing*, une réduction avec ostéosynthèse est préférée. Un trouble rotatoire est une indication chirurgicale, surtout lorsqu'on assiste à un chevauchement digital à l'enroulement. Le brochage axial « en bouquet » selon Foucher est aisé pour l'index dans les fractures transversales. Un vissage simple permettra la fixation des fractures obliques ou spiroïdes du col. En cas de comminution importante ou d'extension diaphysaire, une plaque latérale de neutralisation en L est ajoutée au montage.

Les métacarpiens mobiles M4 M5

Pour les métacarpiens mobiles M4-M5, la mobilité CMC ainsi que l'hyperextension MP compensent la mise en flexion du col métacarpien. Cette fracture est fréquente et a donc un impact socioéconomique important. De nombreux auteurs ont ainsi traité des fractures déplacées jusqu'à plus de 60° de bascule palmaire avec un résultat fonctionnel rapporté comme favorable [2, 10, 82]. Jahss retrouvait une absence de déplacement secondaire dans le cas de lésions jusqu'à 40° de flexion traitées par mobilisation immédiate.

Le traitement nous semble devoir être adapté au contexte et au niveau d'exigence fonctionnelle et esthétique du patient. Le schéma des montages chirurgicaux utilisés est le même que pour les fractures du col des métacarpiens fixes. Dans le cas de rixes répétées, nous tolérons une bascule plus importante et un défaut d'extension, mais pas de trouble rotatoire en recouvrement qui compromet la préhension.

Dans l'idéal, le montage sera confié à des broches selon Foucher qui, une fois retirées, poseront moins de problèmes qu'une plaque en cas de récidive. La réduction est pratiquée par la manœuvre de Jahss [48] (figure 7.51). La mise en flexion MP et la pression exercée sur la tête de P1 permettent la mise en tension ligamentaire et la correction de la déformation. Si la réduction est correcte avec une stabilité convenable, l'ostéosynthèse est confiée à un brochage fasciculé en bouquet selon la technique de Foucher avec trois broches 8/10^{e} ou 10/10^{e}. L'abord chirurgical est limité en regard de la base de M5 repérée sous scopie et doit préserver la branche sensitive du nerf cubital. La corticotomie est pratiquée à la base du métacarpien et il faut veiller à ne pas faire d'effraction de la corticale opposée avec la pointe carrée, sous peine de favoriser un accrochage voire des fausses routes à l'introduction des broches. Les broches émoussées et cintrées sont introduites manuellement et leur progression est suivie sous contrôle scopique ainsi que la réduction obtenue.

La première broche, la plus cintrée, réalise l'essentiel de la réduction par son retour élastique et les suivantes seront progressivement moins cintrées pour faciliter leur progression dans le fût diaphysaire. L'introduction des broches se fait dans la partie proximale de la corticotomie par rapport aux broches existantes pour favoriser le passage et le guidage de la broche en cours d'introduction. Comme pour tout montage fasciculé, la progression diaphysaire des broches se fait par pronosupination de la poignée tenue par l'opérateur alors que le franchissement du foyer est direct. Le positionnement des broches en bouquet contrôle la rotation de la tête métacarpienne, mais la réduction de la fracture est la plus importante à obtenir avec des broches divergentes, même si plusieurs broches sont placées dans la même direction pour s'opposer aux contraintes. Il faudra rechercher systématiquement une fausse route avec un franchissement de la corticale dorsale par les broches qui altèrera le glissement du tendon extenseur. Enfin, lors de la progression prudente des broches, il faut éviter de perforer la tête métacarpienne (figure 7.52).

La mobilisation libre est immédiate, avec protection nocturne par une orthèse statique antichoc stabilisant la MP-D4-D5 en flexion et laissant l'IPP libre. Les broches sont laissées en place pour un minimum de quatre semaines en fonction de la consolidation. Les broches enfouies peuvent également être laissées en place si elles ne gênent pas. Dans le cas de fractures avec hypermobilité du fragment distal ou réduction incomplète, nous recommandons l'abord chirurgical direct pour lever toute incarcération musculaire des interosseux et procéder à une réduction *de visu*. En fonction des possibilités, un vissage interfragmentaire direct ou un brochage est réalisé. Ce dernier

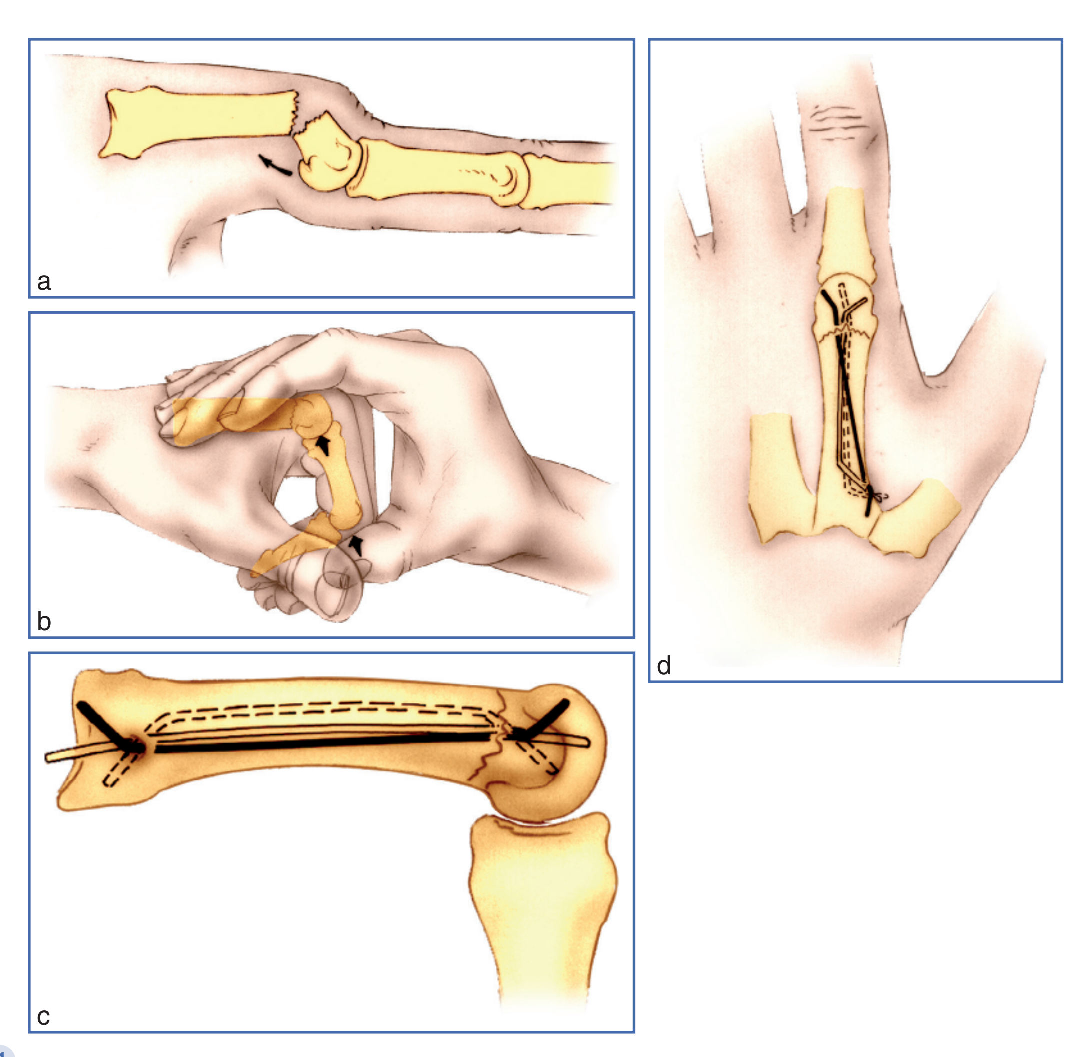


Figure 7.51

Manœuvre de Jahss et embrochage fasciculé.

a. Bascule de la tête du 5e métacarpien sous l'action des interosseux.

b. La réduction s'effectue par la manœuvre de Jahss. L'opérateur fléchit à 90° le doigt et applique une force dans l'axe de PI pour réduire la fracture.

c. Trois broches de 0,8 mm de diamètre à extrémités arrondies sont préformées aux deux extrémités pour essayer de contrôler leur mise en place dans différents plans.

d. Les trois broches sont introduites par une corticotomie réalisée à la partie postérointerne proximale du métacarpien.

peut être fasciculé selon Foucher ou intermétacarpien comme décrit par Berkmann et Myles [6]. Enfin, un combiné de ces techniques peut être proposé dans les cas les plus complexes et lorsque la qualité osseuse est médiocre.

Les fractures de la diaphyse

Les fractures de la diaphyse sont le plus souvent traitées de manière conservatrice. Les études récentes, insistant sur l'aspect médicoéconomique, tendent à tolérer des déplacements importants des fractures, un accourcissement jusqu'à 1 cm et un trouble de rotation tolérable de 5° [35, 56, 122]. Ainsi, Khan évoque même une réaxation spontanée des troubles de rotation par traction du ligament intermétacarpien, lors de l'accourcissement métacarpien « providentiel » [56]. Reste que si la consolidation et la restauration de la fonction sont souvent obtenues, la déformation de la main est définitive. Comme nous l'avons évoqué à plusieurs reprises, le traitement doit être adapté au patient, à ses impératifs professionnels et de loisir, ainsi qu'au type de fracture. La survenue d'un trouble de rotation en convergence est une indication chirurgicale systématique.

Les radiographies de face et de trois quarts sont suffisantes pour établir le diagnostic. Il faut systématiquement rechercher des lésions associées de la CMC des rayons adjacents. Le cliché de profil est d'interprétation difficile

en raison des superpositions, mais garde son utilité pour rechercher une luxation CMC ou dépister un écart interfragmentaire important dans les fractures obliques longues.

Les fractures unicorticales ou non déplacées

Les fractures unicorticales ou non déplacées sont toujours de traitement conservateur. Il faut se méfier des fractures obliques et surtout spiroïdes longues dont la radiographie minimise fréquemment le déplacement. Un traitement fonctionnel par syndactylie pour trois semaines permet la consolidation des fractures partielles, une orthèse de type Thomine étant portée la nuit. Les fractures non déplacées sont souvent stables par le maintien du fourreau périosté et ce, même lorsqu'elles sont comminutives suite à un mécanisme par écrasement. Elles répondent bien au traitement orthopédique instauré pour quatre à six semaines. L'orthèse doit être ajustée au mieux et suivre la fonte de l'œdème souvent important à la face dorsale de la main.

L'immobilisation ou la protection du foyer de fracture est assurée par une orthèse qui prévient l'enraidissement en extension des MP par la rétraction des ligaments latéraux.

L'orthèse statique d'immobilisation est antébrachiodigitale, elle va du quart inférieur de l'avant-bras jusqu'aux IPP du rayon fracturé et du doigt voisin. Le poignet est stabilisé à 20° d'extension, les MP à 40-60° de flexion, l'auvent dorsal de l'orthèse s'arrête en regard de la tête de P1 et la partie palmaire en regard de la moitié de P1. Les articulations interphalangiennes proximales et distales sont libres de mouvement (figure 7.53).

Lors du moulage, il est parfois nécessaire d'exercer une pression vers l'arrière sur les têtes des 4e et 5e métacarpiens pour s'opposer à la flexion palmaire de la partie distale du métacarpien fracturé provoquée par les muscles interosseux.

Les deux doigts sont mis en syndactylie au niveau de P2 pour éviter la rotation du métacarpien fracturé, faciliter la mobilisation active en flexion-extension des IPP et les protéger d'un enraidissement en flexion. La convergence des

Figure 7.52

Fracture du col du métacarpien stabilisée par un embrochage fasciculé.

Figure 7.53

a. Fracture du 4e métacarpien non déplacée.
b, c. Traitement par orthèse antébrachio palmaire de type Thomine autorisant la flexion des IP.

doigts vers le tubercule du scaphoïde est le meilleur moyen de tester la bonne axation des doigts longs.

Cette orthèse est portée 24 h/24 h pendant quatre à six semaines jusqu'à consolidation.

Les fractures peu déplacées

Les fractures peu déplacées sont plus sujettes à polémique. La consolidation osseuse est facilement obtenue, ainsi qu'un résultat fonctionnel acceptable, quelle que soit la solution retenue. Si la restauration de l'anatomie du squelette est un objectif classique en orthopédie, un traitement conservateur des fractures modérément déplacées peut apporter des résultats fonctionnels satisfaisants. Le patient doit être prévenu de la modification définitive de l'esthétique de sa main. Comme pour les fractures du col du métacarpien, les lésions des métacarpiens fixes sont moins tolérantes à la déformation, par opposition aux métacarpiens cubitaux.

Le traitement chirurgical est habituel lorsque l'écart interfragmentaire est trop important et si la fracture entraîne une déformation de la main ou un défaut d'extension par insuffisance de compensation par l'hyperextension de la MP. Chez les patients travaillant sur ordinateur ou dépendants de la conduite automobile, le traitement chirurgical peut accélérer la reprise professionnelle en le dispensant du port d'une orthèse. Chez le travailleur manuel lourd, la perception de la tête métacarpienne dans la paume de main gêne le verrouillage en force des outils. Pour être justifié, le traitement chirurgical doit permettre un résultat et une vitesse de récupération fonctionnelle au moins équivalente au traitement conservateur. Il est important d'informer le blessé du « bénéfice-risque » de l'option chirurgicale et préciser les risques infectieux, les aléas techniques et les séquelles cicatricielles. En cas de doute, l'abstention chirurgicale est préférable. Les techniques employées seront les mêmes que pour les fractures déplacées.

Les fractures déplacées

Les fractures déplacées seront traitées par ostéosynthèse percutanée ou directe.

Les fractures obliques ou spiroïdes longues

Les fractures obliques ou spiroïdes longues sont ostéosynthésées par vissage interfragmentaire direct, perpendiculaire au trait de fracture, selon les principes développés par l'AO. Nous utilisons des vis de 1,5 mm au minimum, avec au mieux des vis de 2,0 ou 2,3 (figure 7.54). Le montage doit être souvent protégé par une orthèse de type Thomine, limitée au doigt concerné et au doigt voisin, avec automobilisation en dehors de l'orthèse et sans résistance pendant trois semaines. Au-delà, une simple syndactylie est maintenue pendant quinze jours afin d'inciter le patient à la prudence.

Les fractures obliques ou spiroïdes courtes

Les fractures obliques ou spiroïdes courtes ne sont pas suffisamment stabilisées par une ou deux vis rapprochées, car les contraintes en flexion et en rotation sont majeures au niveau métacarpien, avec un risque de fracture de l'écaille sur les trous de vis. La mise en place d'une plaque de neutralisation complémentaire dispersera les forces à distance du foyer (figure 7.55). L'abord est dorsal intermétacarpien ou dorsolatéral sur le bord libre d'un métacarpien bordant. L'abord intermétacarpien permet le traitement simultané éventuel de deux métacarpiens adjacents lésés. Un brochage intermétacarpien peut remplacer la pose d'une plaque mais cette dernière est généralement bien tolérée pendant toute la durée de la consolidation, sans risque de déplacement secondaire, au contraire des broches.

Les fractures transversales sont le plus souvent ostéosynthésées par plaque postéro latérale acceptant des vis de 1,7 mm au minimum. La fracture est réduite avec des daviers sur la plaque préalablement cintrée. Une autre possibilité est la fixation première d'un des fragments sur la plaque, puis la réduction secondaire de l'ensemble sur l'autre fragment (figure 7.56). Il faut alors veiller à l'absence de trouble rotatoire majeur avant la mise en place des vis. La compression interfragmentaire est assurée par le perçage excentré des trous pour les deux premières vis situées de part et d'autre du foyer. Un brochage oblique temporaire peut maintenir un foyer très instable avant la mise en place de la plaque. Il est prudent, lorsque quelques vis sont placées, de retirer les daviers afin de rechercher un trouble de rotation discret qui peut encore être corrigé. En effet, les daviers dévient les contraintes exercées par les extenseurs lors du *testing* en flexion et peuvent donner une fausse impression. En cas de doute, surtout pour le 5^{e} doigt, il ne faut pas hésiter à venir vérifier l'anatomie controlatérale saine du patient, car il existe un certain degré de variation de la convergence de ce rayon. La synthèse étant finalisée et vérifiée sous scopie, l'opérateur s'attachera à restaurer le plan musculopérioste métacarpien pour éviter un conflit entre l'extenseur et le matériel et améliorer le glissement tendineux.

Pour les fractures très comminutives, l'usage de plaques verrouillées permet de s'affranchir du manque de stabilité du foyer, mais les fragments intermédiaires seront tout de même rassemblés sur la plaque à l'aide de cerclages au fil résorbable. Le brochage intermétacarpien, décrit pour les lésions simples, permet une approche peu invasive et rapide,

Figure 7.54

a. Fractures spiroïdes longues de M3 et M4.
b. Ostéosynthèses par vis de 2 mm.

mais la tolérance des broches est parfois difficile à cause de la durée nécessaire à la consolidation de la diaphyse métacarpienne. Ce traitement peut aussi être utilisé seul ou en complément de la stabilisation principale pour les lésions ouvertes ou comminutives les plus difficiles. Le brochage axial fasciculé a surtout ses indications en chirurgie pédiatrique où il occupe une place irremplaçable pour les rares fractures très déplacées et dont le remodelage n'offre pas une correction anatomique suffisante pour les confier à une attelle. En revanche, il est souvent trop souple pour les fractures de l'adulte et sera réservé aux fractures déplacées avec un revêtement cutané contus interdisant l'abord chirurgical direct.

Les fractures diaphysaires avec perte de substance osseuse

Les fractures diaphysaires avec perte de substance osseuse sont l'apanage des lésions multitissulaires sévères et seront traitées par interposition de *spacer* cimenté pour préparer la réalisation ultérieure d'une greffe osseuse. Au regard de l'ouverture cutanée, il est souvent préférable de confier le montage à des brochages intermétacarpiens à distance de cette ouverture. Cette attitude permet de convertir le métacarpien adjacent en fixateur externe « masqué » et évite les inconvénients des fixateurs externes classiques. Lors de la greffe osseuse, le montage par broches peut être reconduit ou remplacé par une plaque verrouillée (figure 7.21).

Figure 7.55

a. Fracture oblique coutre de M5.
b. Ostéosynthèse par vis et plaque en L dorsolatérale.

Figure 7.56

a. Fracture transversale de M4.
b. Ostéosynthèse par plaque et vis de 2 mm.

Les fractures de la base du pouce

La base du pouce supporte les contraintes imposées par la pince pollici-digitale, en conjuguant une grande mobilité et une bonne stabilité. La position du pouce en dehors des autres doigts de la main le rend vulnérable aux chocs et les fractures de ce rayon sont fréquentes. Il s'agit le plus souvent de fractures par mécanisme indirect.

Il convient de séparer les fractures articulaires des fractures extra-articulaires de la base du pouce. Ces dernières ne posent que peu de problèmes au chirurgien expérimenté et leur prise en charge s'attachera à restaurer la longueur du métacarpien et son axe par le dispositif le plus adapté en fonction de la comminution et de l'état des parties molles. En revanche, pour les fractures articulaires de la trapézométacarpienne (TM), la qualité de la réduction et la restauration de la stabilité sont autant d'éléments pour éviter la survenue d'une arthrose secondaire [58, 78], car les contraintes en pression sont majeures, allant jusqu'à 13 fois la force de la pince exercée.

Les fractures de la base du premier métacarpien ont été classées par Green et O'Brien [36] en quatre groupes. Les fractures de type I et II sont intra-articulaires, correspondant respectivement à la fracture de Bennett [5] et la fracture de Rolando [89]. Les fractures de type III et IV sont extra-articulaires.

Les fractures de type I, dites « de Bennett »

Les fractures de type I, dites « de Bennett », détachent un fragment antéromédial de taille variable qui reste solidaire de la base du 2e métacarpien et un fragment diaphyso-métaphysaire qui se déplace en radial et proximal sous l'action du long abducteur du pouce. Gedda [34] a divisé la fracture de Bennett en trois sous-groupes. Le type 1 est une fracture avec un gros fragment antéromédial et une subluxation de la base du premier métacarpien. Le type 2 est une fracture avec impaction et sans subluxation du métacarpien. Le type 3 correspond à une fracture avec un petit fragment médial, non accessible à l'ostéosynthèse directe associé à une luxation du premier métacarpien.

La radiographie selon les incidences décrites par Kapandji [53] permet le plus souvent un diagnostic de la lésion (figure 7.9). Un scanner peut être intéressant lorsque la taille du fragment doit être précisée, et surtout pour détecter l'existence de refends non déplacés au sein de celui-ci, contre-indiquant de fait l'ostéosynthèse directe. Il permettra également de détecter une luxation TM spontanément réduite avec un fragment de très petite taille.

La prise en charge est chirurgicale, car il s'agit d'une fracture articulaire à potentiel arthrogène. La puissance des contraintes musculaires entraîne des déplacements secondaires fréquents lors d'un simple traitement orthopédique [58, 66, 78]. En effet, l'adducteur du pouce et le long abducteur du pouce (APL, pour *abductor pollicis longus*) provoqueront la mise en flexion du 1er métacarpien (M1) avec subluxation et translation proximale du fragment

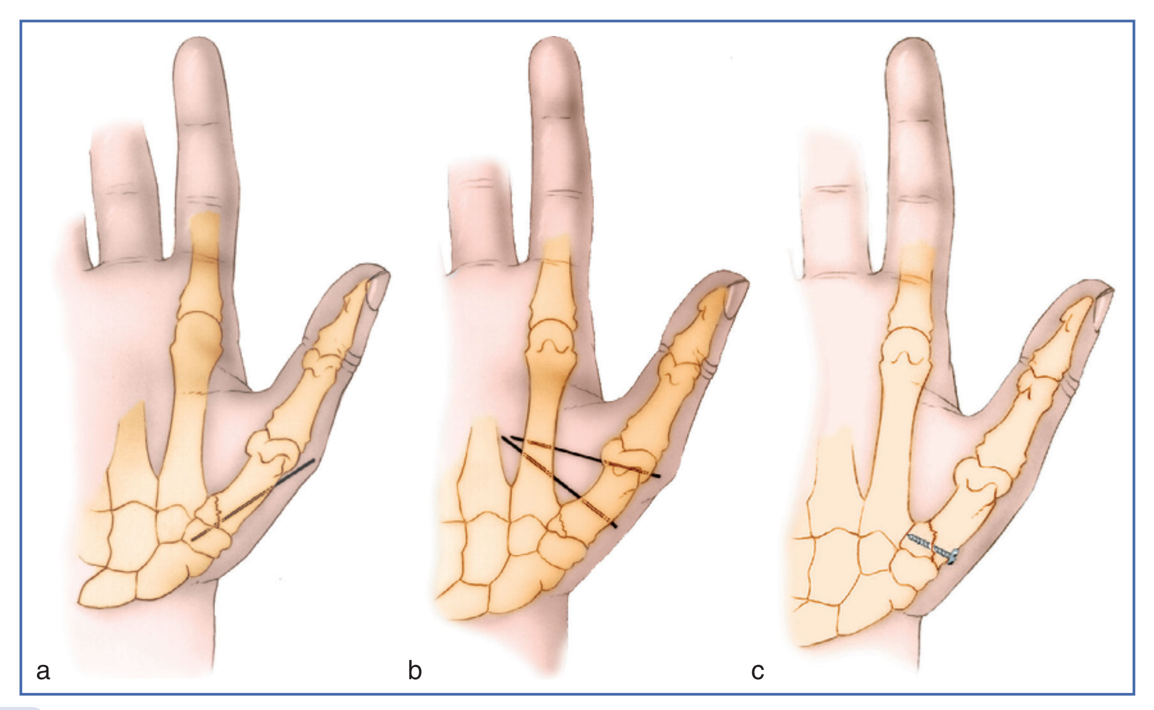


Figure 7.57

Ostéosynthèses des fractures de Bennett.
a. Embrochage par broche axiale selon Wiggins.
b. Double embrochage intermétacarpien selon Iselin.
c. Les gros fragments sont stabilisés par mini-vis de 1,7 mm de diamètre.

métaphysodiaphysaire, alors que le fragment palmaire est maintenu en place par le ligament palmaire oblique. La réduction de la fracture se fait en position d'opposition maximale, rotation axiale du pouce avec distraction. Edmunds [24, 25] insiste sur la composante de rotation lors de la réduction pour améliorer la congruence articulaire.

Lorsque le fragment est de petite taille, il n'est pas accessible à une ostéosynthèse directe stable compte tenu du risque de fragmentation à l'introduction de la vis. La stabilisation TM et la réduction de la fracture seront donc maintenues par un brochage en ouverture commissurale selon Wiggins [120] à travers la TM ou de préférence tricortical divergent selon Iselin [46] (figure 7.57a et b). Une fois la fracture réduite, on introduit une première broche M1 vers M2 s'appuyant sans la traverser sur la 2e corticale de M2, puis une 2e broche divergente plus distale, de M2 vers M1 dont la pointe s'appuiera sur la 2e corticale de M1. La mise en place de broches transfixiant la TM sera évitée pour ne pas accentuer les dégâts cartilagineux déjà occasionnés par le traumatisme. Il faut veiller à ne pas provoquer de subluxation dorsale ou d'hypercorrection TM palmaire iatrogène lors de la réduction.

Les mobilités métacarpophalangienne (MP) et interphalangienne (IP) du pouce sont encouragées lors de la période post-opératoire. Les contrôles radiographiques sont réguliers, toutes les deux semaines, pour vérifier l'absence de migration des broches ou de perte de réduction de la fracture. Le matériel peut être retiré au bout de six semaines, une fois la consolidation obtenue. La récupération des amplitudes articulaires TM est assurée par la kinésithérapie. En cas de doute radiologique, un scanner confirmera ou non la consolidation en bonne position.

Lorsque le fragment est d'une taille pouvant accepter l'implantation d'une ou plusieurs vis d'ostéosynthèse, la fixation directe est préférable (figure 7.57c). Cette technique est moins enraidissante car le patient peut entretenir les mobilités TM sans résistance dès la 2e–3e semaine en fonction de la solidité du montage.

L'abord classique par voie palmaire selon Wagner, modifié par Gedda-Möberg [34] permet un vissage direct interfragmentaire, mais au prix d'une désinsertion extensive des muscles thénariens et avec une vision articulaire difficile.

L'abord dorsal permet la réalisation d'un vissage en rappel, mais la visualisation de la surface articulaire, et donc de la qualité de la réduction, est difficile car la fracture est dans le secteur palmaire de la surface articulaire. De plus, la mise en flexion TM entraîne une pression sur le fragment palmaire et la perte de la congruence interfragmentaire. Enfin, du fait de la forme complexe de l'articulation TM, Capo [14] a montré par une étude anatomique que le contrôle

radiographique ne donne qu'une appréciation grossière de la réduction réelle, avec parfois jusqu'à 2 mm de défaut. Il est préférable d'effectuer un vissage percutané en rappel par voie dorsale, sous réserve que la réduction articulaire et interfragmentaire soit absolument parfaite. Il faut veiller notamment à la restauration du « cintre » de la corticale palmaire de M1 et procéder à des incidences radiologiques de face et de profil strict.

Au vu de l'erreur d'appréciation fluoroscopique [14], ce vissage percutané en rappel est mieux réalisé s'il est couplé avec un contrôle arthroscopique comme l'a développé Culp [20] (figure 7.58). Le patient sera installé comme pour une arthroscopie du poignet. Un doigtier japonais est mis en place sur le pouce avec un aide qui contrôle la rotation du poignet. L'appareil de radiographie est placé, l'arceau à l'horizontale, de manière à permettre des clichés à la demande au cours de l'intervention.

On réalise deux voies d'abord TM en regard de l'interligne articulaire à 1 cm de part et d'autre de l'APL. On introduit une optique de 2,3 ou de 1,9 mm par la voie radiale, les instruments étant introduits par la voie cubitale. À l'aide d'un *shaver* de petite taille, on procède à une synovectomie et au retrait des débris intra-articulaires. Un crochet palpateur va saisir la berge palmaire du fragment et le tracter en postérieur dans sa position de réduction, pendant que l'opérateur réduit la métaphyse par une pression sur la face dorsale de la base de M1. Une broche guide est mise en place sous contrôle scopique et arthroscopique simultané, puis une vis canulée autocompressive type HCS Synthes est mise en place. Au prix d'une installation et d'une organisation un peu plus complexe, les avantages sont alors multiples et surpassent les techniques ouvertes par bien des aspects. La traction du pouce sur tour d'arthroscopie Linvatec permet une réduction pratiquement spontanée par ligamentotaxis. L'inspection articulaire permet de visualiser le trait de fracture, de retirer les débris cartilagineux et fibreux interposés et de rechercher l'existence d'ulcérations cartilagineuses ou d'une rhizarthrose débutante qui expliqueront les douleurs chroniques à distance. Le contrôle simultané radiographique et arthroscopique évite tout débord de vis en intra-articulaire ainsi que la présence d'un cal vicieux en rotation difficile à dépister par la simple radiographie. Un *testing* au crochet vérifiera la stabilité et la compression obtenue. Cet abord mini-invasif permet une récupération musculaire rapide, une autorééducation sans résistance peut être démarrée au bout de quinze jours, la réparation étant protégée par une orthèse thermoformée pendant trois semaines.

Les fractures de type II, ou de Rolando

Les fractures de type II, ou de Rolando [89], associent un trait de fracture métaphysaire et un ou plusieurs traits de refend épiphysaires. La fracture initialement décrite par Rolando se présentait en Y avec un seul refend vers l'épiphyse, mais les fractures comminutives métaphysoépiphysaires sont communément admises dans cette appellation.

Le diagnostic est ici facile à la radiographie ; si besoin, un scanner peut préciser la disposition des fragments articulaires. Le traitement est en revanche plus délicat en cas de comminution majeure.

L'ostéosynthèse directe par plaque a notre préférence car elle provoque moins de raideurs que les techniques de brochages intermétacarpiens. Dans ce sens, l'apparition des plaques d'ostéosynthèse verrouillées de petite taille (ex. : Synthes Compact Hand) limite les risques de déplacement et offre une meilleure tenue dans l'os épiphysaire. L'abord se fait selon une voie de Gedda-Möberg, avec mise en place d'une plaque en T dorsale. Le verrouillage systématique des vis épiphysaires va réaliser un véritable étai sous-chondral s'opposant au déplacement en flexion sous l'effet des contraintes musculaires. Si la comminution métaphysaire est importante, nous recommandons d'insérer au moins une vis verrouillée distale diaphysaire pour prévenir tout balayage des vis distales responsables d'une perte de réduction.

Par analogie avec la chirurgie traumatique du radius distal, l'arthroscopie décrite ci-dessus peut aussi être utile pour réduire des enfoncements et vérifier la bonne réduction articulaire. On débute par la mise en place de la plaque en dorsal selon une technique classique, puis la réduction et la stabilisation épiphysaire se déroulent sous contrôle arthroscopique sur tour de traction. La stabilité de ces nouvelles plaques verrouillées autorise une mobilisation sans résistance à partir de deux à trois semaines post-opératoires, une fois la phase douloureuse passée et en fonction de la comminution et de la qualité osseuse.

Dans le cas où la destruction épiphysaire est massive ou lorsque la qualité de la peau et des parties molles n'autorise pas un abord chirurgical direct, une stabilisation par brochage peut être proposée selon les techniques précédemment décrites pour la fracture de Bennett.

Les fractures extra-articulaires

Les fractures extra-articulaires posent moins de problèmes que les deux types précédents. La déformation se produit en flexion de M1 avec fermeture de la 1re commissure sous l'action de l'adducteur du pouce. Il s'agit de traumatismes indirects, mais également de chocs directs (retour de

Figure 7.58

a. Fracture de Bennett réduite et stabilisée sous arthroscopie.
b. Installation sur tour en distraction du pouce. L'amplificateur de brillance est indispensable pour le temps de l'ostéosynthèse.
c. Le palpateur est introduit dans le foyer de fracture.
d. Le crochet replace le fragment en position anatomique.
e. La broche guide puis la vis canulée sont introduites, le crochet maintient le fragment et sert de contre-appui.
f. Aspect radiographique après consolidation.
g, h. Résultat fonctionnel total.

manivelle, écrasements, etc.) qui provoquent parfois des fractures très comminutives avec un revêtement cutané contus.

Dans le cas de lésions fermées avec une contusion cutanée absente ou modérée autorisant un abord direct, notre préférence va aux plaques verrouillées avec des vis d'un minimum de 1,5 mm, introduites par une voie d'abord selon Gedda-Möberg (figure 7.59). Implantées en face dorsale de M1, leur principe biomécanique permet de s'opposer parfaitement aux contraintes en flexion qui s'exercent sur le foyer de fracture. Elles évitent également tout accourcissement de M1 lors des fractures comminutives. Dans ce cas,

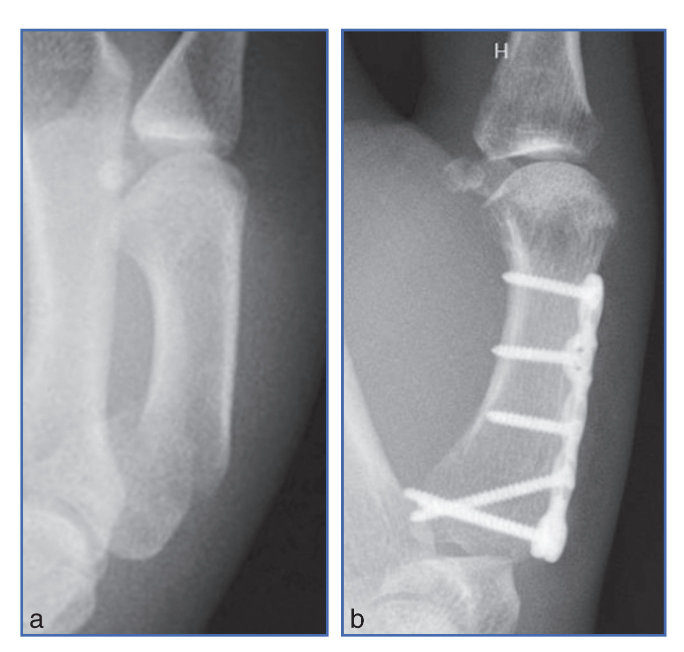


Figure 7.59

a, b. Fracture extra-articulaire de la base du pouce ostéosynthèsée par plaque vissée.

les fragments intermédiaires pourront être vissés en rappel sur la plaque ou rassemblés en fagot par des cerclages de fils doubles de PDS 2/0 noués selon la technique du *nice-knot* [7, 115]. Dans les cas rares de fractures simples spiroïdes ou obliques très longues, un vissage interfragmentaire direct multiple selon les principes de l'AO, éventuellement doublé d'une miniplaque de neutralisation dorsolatérale, peut être proposé.

Pour le traitement des fractures ouvertes sévères ou lorsque les parties molles sont trop contuses, exposant à une nécrose secondaire, il est préférable d'éviter la mise en place de plaques du fait d'une dévascularisation supplémentaire et du risque septique. Un brochage centromédullaire selon Kapandji peut être proposé et doit être exécuté parfaitement selon les principes de l'ECMES [62] : le cintrage des broches est primordial pour permettre un appui 3 points sur chaque broche (figures 7.17 et 7.18). Après une corticotomie de part et d'autre de la métaphyse distale, on introduit des broches de fort calibre (16 mm minimum) à l'aide de la poignée américaine. La réduction de la fracture doit être maintenue seulement avec la force générée par le retour élastique des broches parfaitement cintrées. Ce montage évite l'exposition immédiate ou secondaire du foyer de fracture, mais n'offre pas la stabilité des ostéosynthèses par plaque. Une immobilisation post-opératoire stricte de trois semaines est observée. Cette technique est en revanche indispensable en pratique pédiatrique où les plaques sont d'indications plus limitées.

Enfin dans le cas de destructions massives de M1 avec lésions multitissulaires, le fixateur externe a toute sa place. On l'associera volontiers à une ostéosynthèse minimaliste et à un *spacer* cimenté aux antibiotiques modelé sur mesure, éventuellement armé d'une broche axiale d'alignement. Ce montage permet de préserver l'axe et la longueur du pouce, de mobiliser les articulations TM, MP et IP le temps que les lésions des parties molles soient traitées, le plus souvent par un lambeau pédiculé. Secondairement, le *spacer* sera remplacé par une greffe tricorticale d'origine iliaque stabilisée par des broches ou une plaque vissée (figure 7.26)

Qu'il s'agisse d'une fracture de la base ou de la diaphyse du 1^{er} métacarpien, le patient portera pour deux à quatre semaines une orthèse statique ante-brachiodigitale. Le but est de protéger le montage chirurgical et surtout d'éviter la survenue d'une rétraction de la 1^{re} commissure. La durée d'immobilisation et son caractère strict ou non dépendent de la solidité du montage et de la coopération du patient. Un montage stable par vis ou plaque permet de pratiquer immédiatement une autorééducation sans résistance; les activités légères sont autorisées à partir de la 3^e semaine. Le gantelet métacarpien assure une stabilisation de la MP à 20° de flexion; l'articulation trapézométacarpienne est placée en abduction et antépulsion et le poignet à 20° d'extension [45] (figure 7.13).

Fractures de l'enfant

Les fractures des métacarpiens ou des phalanges ne sont pas rares chez l'enfant. Comme pour toute autre fracture d'un os long, il existe au niveau de la main une capacité de remodelage lorsque la fracture survient chez un individu en croissance. Cette aptitude à la correction « spontanée » d'un cal vicieux ne doit pas pour autant faire négliger le traitement primaire de ces fractures, même si les délais de consolidation sont habituellement raccourcis chez l'enfant et les risques de pseudarthrose moindres que chez l'adulte.

Plaque épiphysaire et remodelage

La plaque épiphysaire ou cartilage de croissance est la structure clé de ce remodelage et le traitement chirurgical, lorsqu'il est requis, devra la ménager pour éviter une épiphysiodèse. La traversée du cartilage de croissance par une broche en cours d'ostéosynthèse est autorisée lorsque cela est nécessaire à la stabilisation du montage. Les trajets multiples intempestifs sont en revanche dangereux. Rappelons que chez l'enfant, les ligaments et leur zone d'insertion osseuse sont plus résistants que la plaque épiphysaire correspondante. Lors d'une sollicitation forcée, on observera plus souvent une fracture-décollement épiphysaire qu'une entorse ou une luxation [104].

La classification de Salter et Harris [86], universellement adoptée pour la description de ces fractures, s'applique parfaitement à leur localisation à la main. Plusieurs facteurs se conjuguent pour déterminer l'importance du remodelage spontané d'un cal vicieux que l'on est en droit d'escompter chez un enfant. Outre l'âge de l'enfant, la distance entre le foyer de fracture et la plaque épiphysaire correspondante entre en jeu. Il est tout aussi classique de souligner que le remodelage ne survient que si le déplacement résiduel s'effectue dans un plan qui correspond à l'un des plans physiologiques de fonctionnement de l'articulation adjacente. Enfin aucun cal vicieux intra-articulaire ou rotatoire ne peut être remodelé sous l'effet de la croissance, ce qui impose la même attitude résolument chirurgicale que chez l'adulte.

Principes du traitement des fractures métacarpiennes et phalangiennes chez l'enfant

Compte tenu de la rapidité de consolidation, du moindre risque de raideur après immobilisation, de la rareté des pseudarthroses et des capacités de remodelage spontané, les indications de traitement orthopédique sont encore plus larges chez l'enfant que chez l'adulte. Les méthodes d'immobilisation employées chez l'adulte s'appliquent également ici. Quelques difficultés pratiques peuvent naître, inhérentes à la petite taille des doigts ; le recours à une syndactylie transitoire en complément de l'immobilisation est souvent la solution. Il reste donc très peu d'indications d'ostéosynthèse de première intention.

Font cependant exception à la règle de la prise en charge orthopédique, les fractures épiphysaires déplacées ou instables, quelques fractures-décollements épiphysaires et de rares cas de fractures métaphysaires ou diaphysaires particulièrement instables ou s'inscrivant dans le cadre de lésions multidigitales.

L'emploi de matériel d'apposition étant pratiquement exclu chez l'enfant, les moyens d'ostéosynthèse utilisés se limitent aux broches et microvis. L'emploi de broches de petit calibre est souvent nécessaire (8/10 voire 6/10). Elles peuvent dans certaines situations être remplacées par des aiguilles intradermiques mises en place à la main. Ces broches « rigides », traversant le foyer de fracture selon un trajet rectiligne, peuvent aussi être remplacées dans certaines fractures diaphysaires ou métaphysaires par un montage centra-médullaire « élastique stable » dont les principes ont été bien établis pour la plupart des fractures diaphysaires des os longs de l'enfant [62, 73] (figure 7.60).

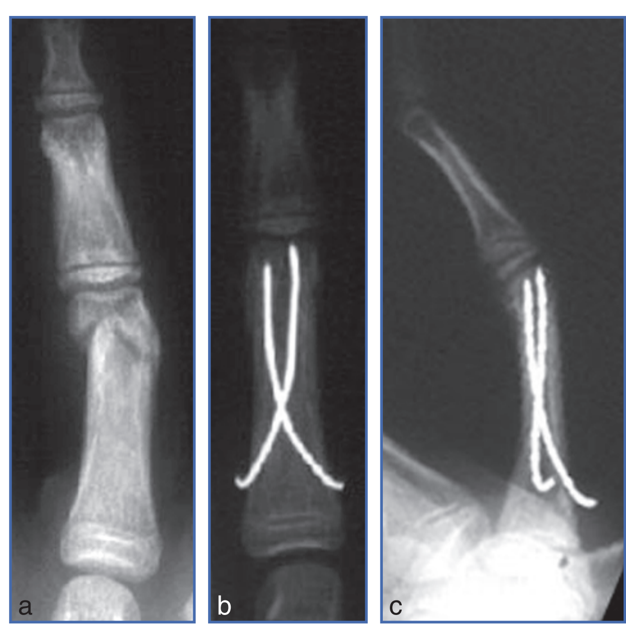


Figure 7.60

a. Fracture du massif céphalique de P 1, traitée par la méthode de « l'embrochage élastique stable ».
b, c. Résultat après consolidation : deux broches pré-cintrées ont été introduites dans la cavité médullaire par un abord dorsolatéral percutané. Ces deux broches divergent avant de se ficher dans le massif céphalique de P1, traversant le foyer de fracture dont elles assurent la stabilité.

Fractures phalangiennes ou métacarpiennes de l'enfant et leur traitement chirurgical

Les fractures articulaires

Les fractures articulaires n'échappent pas à la règle édictée chez l'adulte. Toute fracture désorganisant l'interligne articulaire doit être ostéosynthésée chez l'enfant lorsqu'aucune réduction restaurant la congruence articulaire de manière stable par un moyen orthopédique n'est possible. L'usage de broches ou de microvis, après abord articulaire, est la seule solution technique réaliste. Les règles de l'abord articulaire sont celles observées chez l'adulte, avec le même souci de préserver la vascularisation de ces petits fragments articulaires. L'IPP et l 'IPD sont le siège habituel des fractures articulaires de l'enfant. À hauteur de l'IPP, on observe essentiellement des fractures du massif céphalique de P1 (figure 7.61).

Les fractures décollement épiphysaires

Les fractures décollement épiphysaires. Toutes les variétés de la classification de Salter et Harris peuvent s'observer, quel que soit le siège de la plaque de croissance. Par ordre de fréquence, ce sont avant tout les cartilages de croissance phalangiens qui sont impliqués (base de P1, P2 ou P3). En aucun cas, le traitement sanglant de ces fractures-décollements ne s'impose en première intention. La réduction est habituellement accessible à des manœuvres externes réalisées sous anesthésie locorégionale, la contention faisant appel à l'une des méthodes d'immobilisation adaptée au siège .de la fracture (figure 7.62).

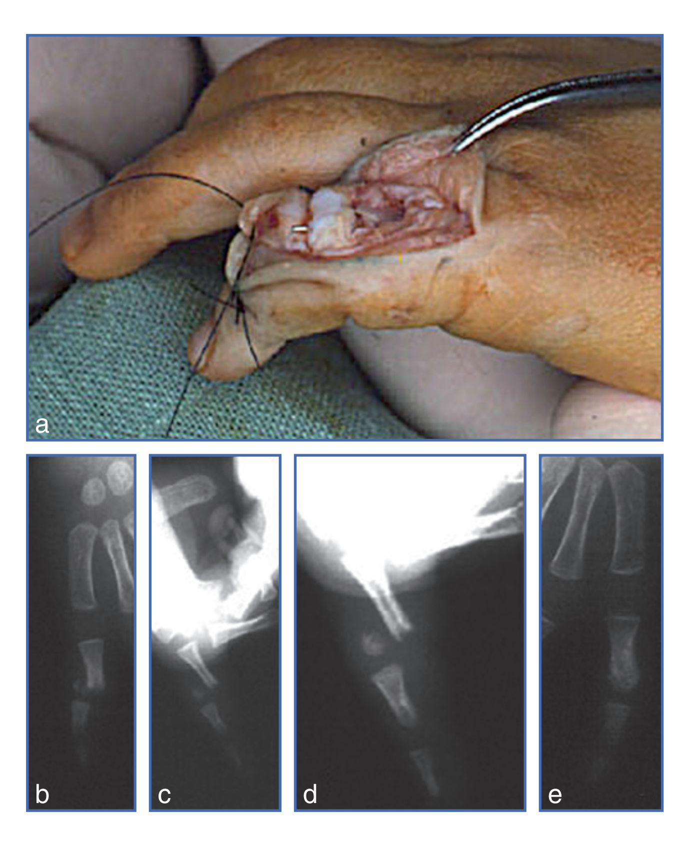


Figure 7.61

Fracture articulaire de l'IPP chez l'enfant.
a, b, c. Chez un enfant de 5 ans, cette fracture détache complètement le massif épiphysaire de la tête de P1.
d. L'instabilité et le grand déplacement imposent une réduction à foyer ouvert. La voie d'abord comporte un lambeau triangulaire à base distale sur le tendon extenseur, la synthèse est assurée par deux broches obliques de calibre 6/10[e].
e. Résultat après consolidation.

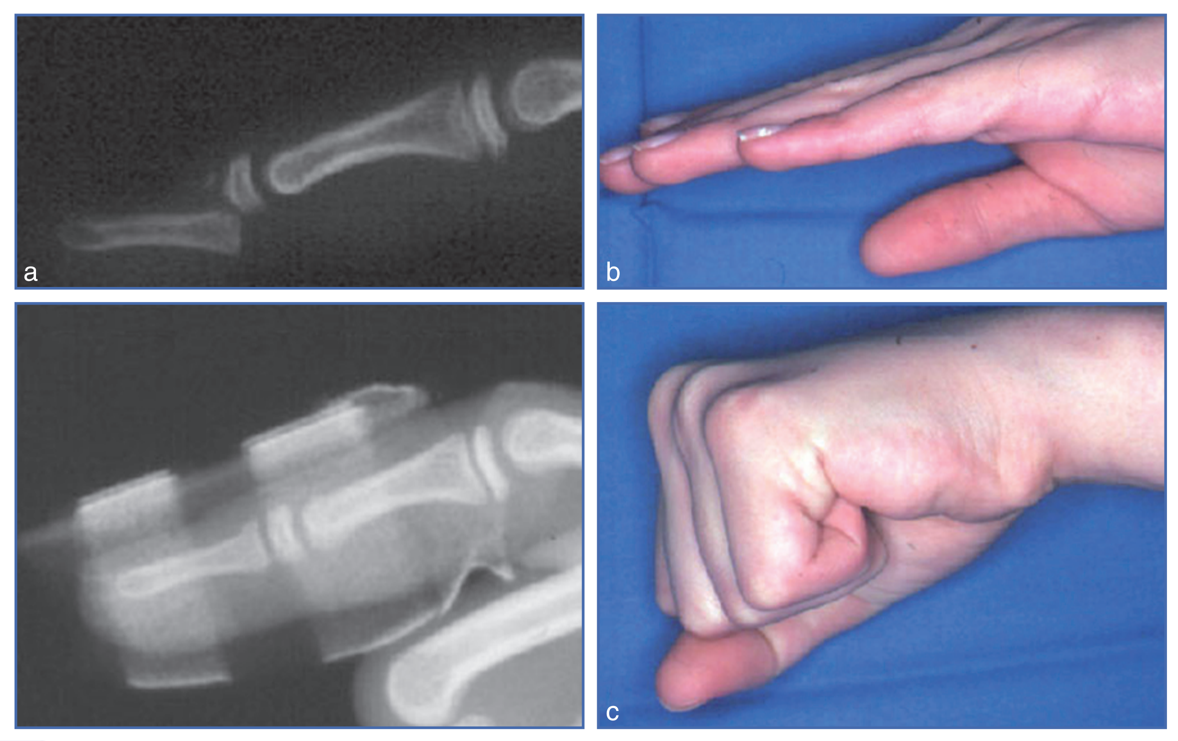


Figure 7.62

a, b. Fracture-décollement épiphysaire de type Salter 1 de la base de P3. La contention est assurée par une tuile dorsale de Michon.
c, d. Résultat fonctionnel après consolidation.

Les complications des fractures de la main

L'infection

L'infection est une complication précoce qui est la conséquence soit d'une contamination directe d'une fracture ouverte, soit d'une nécrose cutanée ou des tissus mous insuffisamment parée (voir chapitre 19). Elle peut être également due au geste chirurgical lui-même avec l'implantation d'un matériel de synthèse.

Une fois l'infection détectée, il est illusoire de vouloir la traiter uniquement par antibiothérapie ; il convient donc de déposer le matériel de synthèse, procéder à une exérèse « carcinologique » des tissus infectés et immobiliser les fragments osseux par un fixateur externe simplifié de type « Beaubourg » (figure 7.25). Dès que le phénomène infectieux est maîtrisé, il est essentiel de rétablir la qualité de la couverture cutanée en regard du foyer de fracture. L'arsenal des lambeaux locaux (voir chapitre 9) permet de résoudre ce problème et d'envisager toutes les techniques qui conduiront à la consolidation osseuse, le plus souvent par une greffe osseuse.

Retard de consolidation et pseudarthrose

Si à la 6e semaine la consolidation n'est pas obtenue, il faut mettre en cause : l'insuffisance de réduction de la fracture, une ostéosynthèse sous-dimensionnée, une comminution des fragments osseux dévascularisés qui deviennent des séquestres, etc. Il convient également d'interroger le blessé sur son respect du protocole postopératoire, le port de l'orthèse, une reprise trop précoce de l'activité manuelle.

Il ne sert à rien de jouer la prolongation de l'immobilisation car on ne peut que pérenniser l'état clinique, accroître la formation d'un cal hypertrophique au niveau des extrémités osseuses, aggraver les raideurs articulaires et les adhérences des tendons extenseurs.

Les reprises chirurgicales de ces complications sont toujours délicates car il convient de rétablir la longueur des chaînes digitales et les arches de la main tout en corrigeant les troubles de rotation. Ces techniques sont développées dans le volume 2, chapitre 1.

Les raideurs articulaires

Les raideurs articulaires sont fréquentes quel que soit le traitement instauré. La plupart répondent rapidement à une rééducation et au port régulier d'orthèses dynamiques dans la mesure où le traitement de la fracture ne neutralisait pas des articulations qui ne demandaient qu'à être mobilisées. C'est souvent à la suite d'une immobilisation en extension des MP que l'enraidissement s'installe ; en revanche, les IPP doivent être maintenues au repos en intrinsèque plus si l'on veut éviter l'apparition de flexum. Enfin, comme dans toute fracture, l'apparition d'adhérences avec l'appareil extenseur explique le déficit en flexion des chaînes digitales. Si les adhérences de l'appareil extenseur avec les tissus mous répondent bien aux techniques habituelles de rééducation et de port d'orthèses dynamiques, en revanche, les adhérences tendinopériostées doivent conduire à une ténolyse qui ne sera réalisée que trois à quatre mois après l'accident. À ce geste de ténolyse peut être associé une arthrolyse MP et/ou IPP (voir volume 2, chapitres 4 et 5).

Les raideurs après fractures des métacarpiens [45]

Le traitement mal conduit des fractures des métacarpiens génère habituellement des raideurs en extension des articulations MP, en particulier pour les 4e et 5e rayons et en flexion pour les articulations IPP et IPD. Ces enraidissements sont à l'origine d'un déficit d'enroulement analytique et global et d'un déficit d'extension. La récupération des amplitudes de flexion des MP et d'extension des IP implique le port d'orthèses dynamiques.

- Le déficit de flexion des MP est généralement dû à la rétraction des ligaments latéraux des MP et à des adhérences de l'extenseur ; il est corrigé par le port diurne d'une orthèse dynamique de flexion analytique de la MP par traction directe et de flexion globale de la chaîne digitale en cas d'adhérences de l'appareil extenseur (figures 7.63 et 7.65).
- Le déficit d'extension des IP est réduit par une orthèse analytique d'extension IPP de port nocturne tout en fléchissant au maximum les articulations MP (figure 7.64).

Le port des orthèses doit se poursuivre au minimum pendant quatre à six semaines.

Si aucun gain n'est obtenu par la rééducation et les orthèses, une intervention chirurgicale, sous forme d'arthrolyse-ténolyse est à envisager.

Les raideurs après fractures des phalanges [45]

- Les raideurs de l'IPP entraînant un déficit d'extension sont traitées par le port nocturne d'une orthèse dynamique d'extension analytique, la MP étant stabilisée en flexion. Une lame de Levame tracte P2 en extension et non P3 pour éviter une hyperextension de l'IPD (figure 7.64). Après une arthrolyse, cette orthèse est portée en continue 10 jours,

Figure 7.63

a. Traitement d'une raideur MP en extension par orthèse dynamique de traction directe sur P 1.
b. Par traction par bande élastique appliquée sur l'IPP.

Figure 7.64

Traitement d'une raideur en flexion de l'IPP par orthèse dynamique d'extension à l'aide d'une lame de Levame qui tracte directement P2.

Figure 7.65

Traitement d'une raideur en extension de la MP et des IP par orthèse de flexion longitudinale et transversale.

Figure 7.66

Traitement d'une raideur en extension des IP par bande d'élastique d'enroulement global.

puis pendant les périodes de repos et surtout la nuit pendant plusieurs semaines jusqu'à la stabilisation du résultat.

- Les raideurs avec déficit de flexion de l'IPP bénéficient soit d'une orthèse d'enroulement global par bande élastique (figures 7.65 et 7.66) soit par traction directe analytique sur P2.

Figure 7.67

Anneau d'enroulement de l'IPD.

- Les raideurs en extension de l'IPD peuvent bénéficier d'un anneau d'enroulement (figure 7.67), mais le plus souvent il convient de réaliser au préalable une ténolyse de l'appareil extenseur ou une ténotomie de Dolphin en arrière de l'insertion des ligaments rétinaculaires obliques pour préserver l'effet ténodèse sur l'IPD.

Conclusion

Le traitement des fractures du squelette de la main est indissociable de la parfaite maîtrise des techniques de couverture cutanée. Il convient de limiter l'ostéosynthèse

au foyer de fracture et d'éviter de bloquer les articulations saines d'amont et d'aval. Les fractures articulaires non déplacées doivent bénéficier d'un traitement orthopédique avec mobilisation immédiate protégée par une syndactylie. En revanche, les fractures articulaires déplacées et instables relèvent d'une ostéosynthèse minutieuse.

Les fractures fermées diaphysométaphysaires justifient le plus souvent un traitement orthopédique fonctionnel dans la mesure où il préserve les arches longitudinales et transversales de la main et contrôle l'axe des doigts afin d'éviter des cals vicieux en rotation. Le chirurgien doit être attentif au suivi d'un traitement orthopédique car le taux de déplacement secondaire n'est pas négligeable.

À défaut d'obtenir d'emblée un bon résultat fonctionnel, le rétablissement de l'anatomie du squelette met le patient dans les meilleures conditions pour bénéficier d'une ténolyse et/ou d'une arthrolyse secondaire.

Références

[1] Allieu Y, Fassio B. L'utilisation du tuteur externe en chirurgie de la main. Acta Orthop Belg 1973; 39 : 988–1001.

[2] Arafa M, Haines J, Noble J, et al. Immediate mobilization of fractures of the neck of the fifth metacarpal. Injury 1986; 17 : 277–8.

[3] Barton N. Fractures of the phalanges of the hand. The Hand 1977; 9 : 1–10.

[4] Barton NJ. Fractures of the shafts of the phalanges of the hand. The Hand 1979; 11 : 119–33.

[5] Bennett EH. On fractures of the metacarpal bone of the thumb. Br Med J 1886; 2(1331) : 12–3.

[6] Berkmann EF, Myles GJ. Internal fixation of metacarpal fractures exclusive of the thumb. J Bone Joint Surg 1943; 25 : 816–21.

[7] Boileau P, Delattre O, Vogels J. Application du Nice Knot à la chirurgie de la main. Chir Main 2011; 30 : 437.

[8] Bonvallet JM. Immobilisation des fractures digitales sur boule plâtrée. Traumatismes ostéo-articulaires de la main. Monographie du GEM. Paris : Expansion scientifique française; 1971.

[9] Bouacida S, Lazerges C, Coulet B, et al. Proximal interphalangeal joint arthroplasty with Neuflex® implants : relevance of the volar approach and early rehabilitation. Chir Main 2014; 33 : 350–5.

[10] Breddam M, Hansen TB. Subcapital fractures of the fourth and fifth metacarpals treated without splinting and reposition. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg 1995; 29(3) : 269–70.

[11] Brewerton DA. A tangential radiographic projection for demonstrating involvement of metacarpal heads in rheumatoid arthritis. Br J Radiol 1967; 40(471) : 233–4.

[12] Calfee RP, Kiefhaber TR, Sommerkamp TG, et al. Hemi-hamate arthroplasty provides functional reconstruction of acute and chronic proximal interphalangeal fracture-dislocations. J Hand Surg 2009; 34 : 1232–41.

[13] Capo JT, Hastings H, Choung E, et al. Hemicondylar hamate replacement arthroplasty for proximal interphalangeal joint fracture dislocations : an assessment of graft suitability. J Hand Surg 2008; 33 : 733–9.

[14] Capo JT, Kinchelow T, Orillaza NS, et al. Accuracy of fluoroscopy in closed reduction and percutaneous fixation of simulated Bennett's fracture. J Hand Surg 2009; 34 : 637–41.

[15] Cavadas PC, Landin L, Thione A. Reconstruction of the condyles of the proximal phalanx with osteochondral grafts from the ulnar base of the little finger metacarpal. J Hand Surg 2010; 35 : 1275–81.

[16] Clifford RH. Intramedullary wire fixation of hand fractures. Plast Reconstr Surg 1953; 11 : 366–71.

[17] Constantinesco A, Foucher G, Merle M, et al. Système non traumatique de mesure du comportement élastique des tendons. Application à la chirurgie réparatrice des traumatismes de la main; Journées des techniques biomédicales - Strasbourg, 1977.

[18] Coonrad RW, Pohlman MH. Impacted fractures in the proximal portion of the proximal phalanx of the finger. J Bone Joint Surg Am 1969; 51 : 1291–6.

[19] Crockett DJ. Rigid fixation of bones of the hand using K wires bonded with acrylic resin. The Hand 1974; 6 : 106–7.

[20] Culp RW, Johnson JW. Arthroscopically assisted percutaneous fixation of Bennett fractures. J Hand Surg 2010; 35 : 137–40.

[21] de la Caffiniere JY, Mansat M. Raideur post-traumatique des doigts longs. Rev Chir Orthop 1981; 515–71.

[22] Doyle JR. Extensor tendon-acute injuries. In : Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, editors. Green's operative hand surgery. vol. 2. Philadelphia, PA : Churchill Livingstone; 1999. p. 1969–70.

[23] Ebelin M, Matron P, Sokolow C, et al. Indications and advantages of the Beaubourg external fixation device in hand surgery. 75 cases. Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot 1987; 73(Suppl 2) : 194–6.

[24] Edmunds JO. Current concepts of the anatomy of the thumb trapeziometacarpal joint. J Hand Surg 2011; 36 : 170–82.

[25] Edmunds JO. Traumatic dislocations and instability of the trapeziometacarpal joint of the thumb. Hand Clin 2006; 22 : 365–92.

[26] Evrard H, Nokerman B. [Centromedullary nailing in metacarpal fractures]. Acta Orthop Belg 1973; 39 : 1035–44.

[27] Foucher G. "Bouquet" osteosynthesis in metacarpal neck fractures : a series of 66 patients. J Hand Surg 1995; 20 : S86–90.

[28] Foucher G, Merle M, Michon J. Intérêt de l'ostéosynthèse dans la stabilisation des fractures du squelette métacarpo-phalangien. [Intemal fixation in the stabilisation of fractures of the metacarpus and phalanges (author's transl)]. Ann. Chir 1977; 31 : 1065–9.

[29] Foucher G, Chemorin C, Sibilly A. Nouveau procédé d'ostéosynthèse original dans les fractures du tiers distal du cinquième métacarpien. 1976; 1139–40.

[30] Foucher G, Merle M, Michon J. Ostéosynthèse miniaturisée en chirurgie de la main. In : R. Tubiana, Traité de chirurgie de la main. Paris : Masson; 1984. p. 407–18.

[31] Foucher G, Merle M. Complications des fractures ouvertes des doigts. Comparaison des méthodes de traitement. À propos de 664 cas. Réunion de printemps du GEM, Marseille, 1986.

[32] Foucher G. L'ostéosynthèse des fractures des phalanges et des métacarpiens. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. 1988. p. 213–31. Expansion scientifique française, Paris.

[33] Furlong R. Injuries of the Hand. Boston : Little, Brown and Co; 1957.

[34] Gedda KO, Moberg E. Open reduction and osteosynthesis of the so-called Bennett's fracture in the carpo-metacarpal joint of the thumb. Acta Orthop Scand 1952; 22 : 249–57.

[35] Giddins GEB. The non-operative management of hand fractures. J Hand Surg Eur Vol 2015; 40 : 33–41.

[36] Green DP, O'Brien ET. Fractures of the thumb metacarpal. South Med J 1972; 65 : 807–14.

[37] Hamilton SC, Stern PJ, Fassler PR. Kiefhaber TR. Mini-screw fixation for the treatment of proximal interphalangeal joint dorsal fracture-dislocations. J Hand Surg 2006 ; 31 : 1349–54.

[38] Hastings H, Carroll C. Treatment of closed articular fractures of the metacarpophalangeal and proximal interphalangeal joints. Hand Clin 1988 ; 4 : 503–27.

[39] Heim U, Pfeiffer KM. Small fragment set manual : technique recommended by the ASIF group. Berlin-Heidelberg-New York : Springer Verlag ; 1974.

[40] Hemandez JD, Sommerkamp TG. Morphometric analysis of potential osteochondral autografts for resurfacing unicondylar defects of the proximal phalanx in PIP joint injuries. J Hand Surg 2010 ; 35 : 604–10.

[41] Herren DB, Simmen BR. Palmar approach in flexible implant arthroplasty of the proximal interphalangeal joint. Clin Orthop 2000 ; 131–5.

[42] Hofmeister EP, Mazurek MT, Shin AY, et al. Extension block pinning for large mallet fractures. J Hand Surg 2003 ; 28 : 453–9.

[43] Horiuchi Y. ltoh Y, Sasaki T, Tasaki K, Iîjima K, Uchinishi K. Dorsal dislocation of the D.l.P. joint with fracture of the volar base of the distal phalanx. J Hand Surg Br, 1989 ; 14 : 177–82.

[44] Imatami J, Hashizume H, Wake H, et al. The central slip attachment fracture. J Hand Surg Br, 1997 ; 22 : 107–9.

[45] Isel M, Merle M. Orthèse de la main et du poignet. Protocoles de rééducation. Elsevier Masson : Issy-les-Moulineaux ; 2012.

[46] Iselin M, Blanguernon S, Benoist D. Fracture de la base du premier métacarpien. Mem Acad Chir 1956 ; 82 : 771–4.

[47] Ishiguro T, Itoh Y, Yabe Y, et al. Extension block with Kirschner wire for fracture dislocation of the distal interphalangeal joint. Tech Hand Up Extrem Surg 1997 ; 1 : 95–102.

[48] Jahss SA. Fractures of the metacarpals. A new method of reduction and immobilisation. J Bone Jt Surg 1938 ; 178–86.

[49] James JIP. Fracture of the proximal and middle phalanges of the fingers. Acta Orthop Scand 1962 ; 401–12.

[50] Johnson EC. Fractures of the base of the thumb : a new method of fixation. J Am Med Assoc 1944 ; 26–7.

[51] Kalainov DM, Hoepfner PE, Hartigan BJ, et al. Nonsurgical treatment of closed mallet finger fractures. J Hand Surg 2005 ; 30 : 580–6.

[52] Kang GC-W, Yam A, Phoon ES, et al. The hook plate technique for fixation of phalangeal avulsion fractures. J Bone Joint Surg Am 2012 ; 94.

[53] Kapandji A, Moatti Raab C. La radiographie spécifique de l'articulation trapézo métacarpienne : sa technique, son intérêt [Specific radiography of the trapezo metacarpal joint and its technique (author's transi)]. Ann Chir 1980 ; 34 : 719–26.

[54] Kapandji IA. Ostéosynthèse à foyer fermé des fractures proximales non articulaires du premier métacarpien : double brochage croisé ascendant. Ann Chir Main, 1983 ; 2 : 179–85.

[55] De Kesel R, Burny F, Schuind F. Mini external fixation for hand fractures and dislocations : the current state of the art. Hand Clin 2006 ; 22 : 307–15.

[56] Khan A, Giddins G. The outcome of conservative treatment of spiral metacarpal fractures and the role of the deep transverse metacarpal ligaments in stabilizing these injuries. J Hand Surg Eur 2015 ; 40 : 59–62.

[57] Kilbourne BC, Paul EG. The use of small bone screws in the treatment of metacarpal, metatarsal, and phalangeal fractures. J Bone Joint Surg Am 1958 ; 40A : 375–83.

[58] Kjaer-Petersen K, Langhoff O, Andersen K. Bennett's fracture. J Hand Surg Br, 1990 ; 15 : 58–61.

[59] Lallemand S, de Jesse Levas A. Embrochage centromédullaire élastique stable des os de la main. ECMES au niveau de la main. Chir Main 2002 ; 21 : 176–81.

[60] Lamb DW, Abemethy PA, Raine PA. Unstable fractures of the metacarpals. A method of treatment by transverse wire fixation to intact metacarpals. The Hand 1973 ; 5 : 43–8.

[61] Leddy JP, Packer JW. Avulsion of the profundus tendon insertion in athletes. J Hand Surg 1977 ; 2 : 66–9.

[62] Ligier JN, Metaizeau JP, Prévot J. L'embrochage élastique stable à foyer fermé en traumatologie infantile. Chir Pédiatr 1983 ; 24 : 383–5.

[63] Lin HH, Wyrick ID, Stem PJ. Proximal interphalangeal joint silicone replacement arthroplasty : clinical results using an anterior approach. J Hand Surg 1995 ; 20 : 123–32.

[64] Liodaki E, Xing SG, Mailaender P, et al. Management of difficult intra-articular fractures or fracture dislocations of the proximal interphalangeal joint. J Hand Surg Eur Vol 2015 ; 40 : 16–23.

[65] Lister G. Intraosseous wiring of the digital skeleton. J Hand Surg 1978 ; 3 : 427–35.

[66] Livesley PJ. The conservative management of Bennett's fracture-dislocation : a 26-year follow-up. J Hand Surg Br, 1990 ; 15 : 291–4.

[67] London PS. Sprains and fractures involving the interphalangeal joints. The Hand 1971 ; 3 : 155–8.

[68] Low CK, Wong HC, Low YP, et al. A cadaver study of the effects of dorsal angulation and shortening of the metacarpal shaft on the extension and flexion force ratios of the index and little fingers. J Hand Surg Br, 1995 ; 20 : 609–13.

[69] mac Nealy RW, Lichtenstein ME. Fractures of the metacarpals and the phalanges. West J Surg Obstet Gyn 1935 ; 156–61.

[70] Masquelet AC. Tabac et chirurgie orthopédique. Conférence d'enseignement de la SOFCOT 2011 ; Vol. 100 Elsevier, 2011.

[71] McAuliffe JA. Hemi-hamate autograft for the treatment of unstable dorsal fracture dislocation of the proximal interphalangeal joint. J Hand Surg 2009 ; 34 : 1890–4.

[72] Merle M, Villani F, Lallemand B, et al. Proximal interphalangeal joint arthroplasty with silicone implants (NeuFlex) by a lateral approach : a series of 51 cases. J Hand Surg Eur Vol 2012 ; 37 : 50–5.

[73] Metaizeau JP, Ligier JN. Surgical treatment of fractures of the long bones in children. Interference between osteosynthesis and the physiological processes of consolidation. Therapeutic indications. J Chir 1984 ; 121 : 527–37 (Paris).

[74] Meunier MJ, Hentzen E, Ryan M, et al. Predicted effects of metacarpal shortening on interosseous muscle fonction. J Hand Surg 2004 ; 29 : 689–93.

[75] Michon J, Merle M, Foucher G. Traumatismes complexes de la main, traitement tout en un temps avec mobilisation précoce. Chir Mém Académie Chir 1977 ; 103 : 956–64.

[76] Moberg E. The use of traction treatment for fractures of metacarpals and phalanges. Acta Chir Scand 1949 ; 341–52.

[77] Nemethi CE. Phalangeal fractures treated by open reduction and Kirschner-wire fixation. Ind Med Surg 1954 ; 23 : 148–50.

[78] Oosterbos CJ, de Boer HH. Nonoperative treatment of Bennett's fracture : a 13-year follow-up. J Orthop Trauma 1995 ; 9 : 23–7.

[79] Pélissier P, Gobel F, Choughri H, Alet JM. Proximal interphalangeal joint fractures treated with a dynamical external fixator : A multicenter and retrospective study of 88 cases. Chir Main 2015 ; 15 : 117-1.

[80] Pennig D, Gausepohl T, Lukosch R. Extemal fixation for support in soft tissue reconstruction in hand surgery. Handchir Mikrochir Plast Chir, 1995 ; 27 : 264–8.

[81] Del Piñial F, Garcia-Berna ! FJ, Delgado J, et al. Results of osteotomy, open reduction, and internal fixation for late-presenting malunited intra articular fractures of the base of the middle phalanx. J Hand Surg 2005 ; 30 : 1039.e1- 1039.e14.

[82] Poolman RW, Goslings JC, Lee JB, et al. Conservative treatment for closed fifth (small finger) metacarpal neck fractures. Cochrane Database. Syst Rev 2005 ; CD003210.
[83] Pratt DR. Internai splint for closed and open treatment of injuries of the extensor tendon at the distal joint of the finger. J Bone Joint Sur Am 1952 ; 34A : 785–8.
[84] Proubasta IR, Lamas CG, Natera L, et al. Silicone proximal interphalangeal joint arthroplasty for primary osteoarthritis using a volar approach. J Hand Surg 2014 ; 39 : 1075–81.
[85] Al-Qattan MM. Type 5 avulsion of the insertion of the flexor digitorum profundus tendon. J Hand Surg Br, 2001 ; 26 : 427–31.
[86] Salter RB, Harris WR. Injuries Involving the Epiphyseal Plate. J Bone Jt Surg Am 1963 ; 45 : 587–622.
[87] Robertson RC, Cawley JJ, Faris AM. Treatment of fracture-dislocation of the interphalangeal joints of the hand. J Bone Joint Surg Am 1946 ; 28 : 68–70.
[88] Robins RHC. Injuries and Infections of the Rand. London : Edward Arnold ; 1961.
[89] Rolando S. Fracture de la base du premier métacarpien et principalement sur une variété non encore décrite. Presse Med 1910 ; 18 : 303–4.
[90] Vom Saal FH. Intramedullary fixation in fractures of the hand and fingers. J Bone Joint Surg Am 1953 ; 35A : 5–16.
[91] Schenck RR. Classification of fractures and dislocations of the proximal interphalangeal joint. Hand Clin 1994 ; 10 : 179–85.
[92] Schenck RR. Dynamic traction and early passive movement for fractures of the proximal interphalangeal joint. J Hand Surg 1986 ; 11 : 850–8.
[93] Schneider LH. Fractures of the distal phalanx. Hand Clin 1988 ; 4 : 537–47.
[94] Schneider LH. Proximal interphalangeal joint arthroplasty : the volar approach. Seminaire Arthroplasty 1991 ; 2 : 139–47.
[95] Schuind F, Burny F. New techniques of osteosynthesis of the hand. Principles, clinical applications and biomechanics with special reference to extemal minifixation. Reconstr Surg Traumatol 1990 ; 21 : 1–156.
[96] Scott MM, Mulligan PJ. Stabilising severe phalangeal fractures. The Hand 1980 ; 12 : 44–50.
[97] Seymour N. Juxta-epiphysial fracture of the terminal phalanx of the finger. J Bone Joint Surg Br 1966 ; 48 : 347–9.
[98] Shewring DJ, Miller AC, Ghandour A. Condylar fractures of the proximal and middle phalanges. J Hand Surg Eur Vol 2015 ; 40 : 51–8.
[99] Shewring DJ, Thomas RH. Avulsion fractures from the base of the proximal phalanges of the fingers. J Hand Surg Br, 2003 ; 28 : 10–4.
[100] Shewring DJ, Thomas RH. Collateral ligament avulsion fractures from the heads of the metacarpals of the fingers. J Hand Surg Br, 2006 ; 31 : 537–41.
[101] Simonetta C. The use of "A.O." plates in the hand. The Hand 1970 ; 2 : 43–5.
[102] Sletten IN, Hellund JC, Olsen B, et al. Conservative treatment has comparable outcome with bouquet pinning of little finger metacarpal neck fractures : a multicentre randomized controlled study of 85 patients. J Hand Surg Eur Vol 2015 ; 40 : 76–83.
[103] Smith JH. Avulsion of a profundus tendon with simultaneous intraarticular fracture of the distal phalanx-case report. J Hand Surg 1981 ; 6 : 600–1.
[104] Steichen JB. Fractures of the hand in children. In : Carter PC, editor. Reconstruction of the child hand. Philadelphia : Lea and Febiger ; 1991. p. 81–108.
[105] Strauch RJ, Rosenwasser MP, Lunt JG. Metacarpal shaft fractures : the effect of shortening on the extensor tendon mechanism. J Hand Surg 1998 ; 23 : 519–23.
[106] Suzuki Y, Matsunaga T, Sato S, et al. The pins and rubbers traction system for treatment of comminuted intraarticular fractures and fracture-dislocations in the hand. J Hand Surg Br, 1994 ; 19 : 98–107.
[107] Thomine JM, Gibon Y, Bendjeddou MS, et al. L'appareillage fonctionnel dans le traitement des fractures diaphysaires des phalanges proximales des quatre derniers doigts. Functional brace in the treatment of diaphyseal fractures of the proximal phalanges of the last four fingers. Ann Chir Main, 1983 ; 2 : 298–306.
[108] Thomine JM. Fractures récentes des phalanges des métacarpiens et leur traitement. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main. Paris : Masson ; 1984. p. 609–40.
[109] Trojan E. Fracture dislocation of the bases of the proximal and middle phalanges of the fingers. The Hand 1972 ; 4 : 60–1.
[110] Tubiana R. À propos du traitement chirurgical des fractures des métacarpiens et des phalanges. Ann Chir 1981 ; 35 : 757–8.
[111] Tubiana R. La mobilisation précoce des fractures des métacarpiens et des phalanges. Early mobilization of fractures of the metacarpals and phalanges. Ann Chir Main, 1983 ; 2 : 293–7.
[112] Tupper JW. A compression arthrodesis device for small joints of the bands. The Hand 1972 ; 4 : 62–4.
[113] Voche P, Merle M, Membre H, et al. Bioabsorbable rods and pins for fixation of metacarpophalangeal arthrodesis of the thumb. J Hand Surg 1995 ; 20 : 1032–6.
[114] Voche P, Merle M. Pillot. Pseudarthrosis and delayed union of the distal phalanx of the long fingers. A serie of 13 cases. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1995 ; 485–90.
[115] Vogels J, Alech-Tournier F, Benassayag M, et al. Cerclages isolés au fils verrouillés par « Nice Knot » d'une fracture de métacarpien. Chir Main 2012 ; 31 : 43.
[116] Waris E, Ashammakhi N, Kaarela O, et al. Use of bioabsorbable osteofixation devices in the hand. J Hand Surg Br, 2004 ; 29 : 590–8.
[117] Weeks PM, Wray RC. Management of acute rand injuries : a biological approach. 2nd ed St Louis : CV Mosby Co ; 1973.
[118] Wehbé MA, Schneider LH. Mallet fractures. J Bone Joint Surg Am 1984 ; 66 : 658–69.
[119] Weiss AP, Hastings H. Distal unicondylar fractures of the proximal phalanx. J Hand Surg 1993 ; 18 : 594–9.
[120] Wiggins HE, Bundens WD, Park BJ. A method of treatment of fracture dislocations of the first metacarpa] bone. J Bone Joint Surg Am 1954 ; 36A : 810–9.
[121] Williams RM, Kiefhaber TR, Sommerkamp TG, et al. Treatment of unstable dorsal proximal interphalangeal fracture/dislocations using a hemi-hamate autograft. J Hand Surg 2003 ; 28 : 856–65.
[122] Wills BP, Crum JA, McCabe RP, et al. The effect of metacarpal shortening on digital flexion force. J Hand Surg Eur 2013 ; 38 : 667–72.

Chapitre 8

Revascularisation

G. Dautel

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Le diagnostic de dévascularisation, qu'il se fasse sur un ou plusieurs doigts ou sur la main, doit être porté dès l'admission du blessé car il définit le degré d'urgence.

Le temps de revascularisation comporte le rétablissement de l'apport artériel et du flux de retour veineux. Il est entrepris une fois assurée la stabilisation du squelette. C'est l'ostéosynthèse qui en restaurant la longueur définit la taille des éventuels pontages à utiliser.

La stratégie de reconstruction doit être toutefois entièrement définie avant le début de l'intervention. Rien ne sert en effet d'utiliser de longs pontages veineux pour rétablir le flux artériel, si une solution n'a pas été trouvée pour assurer la couverture cutanée de ces pontages.

Diagnostic d'une dévascularisation

Ischémie artérielle

Les signes cliniques qui indiquent la dévascularisation (pâleur, froideur, ralentissement de disposition du pouls capillaire) sont parfois difficiles à rechercher en urgence, en raison de la douleur et de la présence de sang ou de caillots masquant la coloration cutanée. La recherche d'un collapsus pulpaire peut aider au diagnostic. Pincée entre le pouce et l'index de l'examinateur, la pulpe d'un doigt dévascularisé ne se réexpend que très lentement. Ce phénomène traduit la vidange du système capacitif veinulaire pulpaire, système dont le remplissage n'est plus assuré du fait de l'interruption de l'apport artériel.

L'existence d'une hémorragie extériorisée et son importance ne sont que des signes indirects et insuffisants. En cas de section franche, transversale d'une artère collatérale, un spasme survient rapidement qui interrompt l'écoulement sanguin. En cas de traumatisme palmaire d'un doigt avec dévascularisation, la section des deux artères collatérales s'accompagne systématiquement d'une section des deux nerfs collatéraux palmaires en raison des rapports anatomiques respectifs de ces deux éléments pédiculaires. Dans ce cas, l'anesthésie pulpaire est systématique. Pour les mêmes raisons ces traumatismes digitaux palmaires avec dévascularisation s'accompagnent toujours de lésions de l'appareil fléchisseur extrinsèque. En cas de traumatisme plus proximal, à hauteur du poignet, la dévascularisation suppose une plaie simultanée de l'artère radiale et de l'artère cubitale, circonstances qui se rencontrent dans les larges délabrements palmaires. Là encore des lésions associées, tendineuses, nerveuses sont habituellement présentes.

Souffrance veineuse

En cas d'amputation subtotale au niveau d'un doigt, la persistance d'un étroit pont cutané suffit souvent à assurer le retour veineux. Cette charnière cutanée devra impérativement être préservée car elle protège une ou deux veines superficielles. Lorsque la lésion est plus proximale, il est rare qu'un tel pont cutané suffise au retour veineux. Il devra là encore être préservé mais ne dispensera pas d'un geste microchirurgical pour restaurer le retour veineux. Cliniquement la surcharge veineuse n'est manifeste que si le flux artériel est lui préservé. Ces circonstances (flux artériel préservé, interruption de retour veineux) ne se rencontrent que rarement. Le cas le plus classique est représenté par le doigt dit « d'alliance » ou *ring finger*. Au stade IIA de la classification de Nissenbaum [11] modifiée d'après Urbaniak [15], les lésions prédominent à la face dorsale mais le réseau veineux superficiel est interrompu de manière circonférentielle. Le doigt en cause apparaît bleu, turgescent, avec un pouls capillaire rapide.

Principes généraux du temps chirurgical de revascularisation digitale

Délai

Paradoxalement, l'urgence est ici plus grande qu'en cas d'amputation totale. Le fragment dévascularisé est en effet livré à des conditions d'ischémie dite « chaude » car il est en pratique difficile de le réfrigérer.

Cette réfrigération est même déconseillée car quelles qu'en soient ses modalités, elle risque de refroidir également le moignon proximal, facteur de spasmes parfois prolongés. Il est souhaitable, dans ces conditions d'ischémie chaude, que la revascularisation intervienne avant la 6^{e} heure. La présence ou l'absence de tissu musculaire squelettique au niveau du fragment dévascularisé est l'un des facteurs réglant cette intolérance à l'ischémie.

Ainsi les dévascularisations digitales s'accommoderont mieux d'une ischémie prolongée que les lésions plus proximales, au poignet, sources d'une souffrance des muscles intrinsèques.

Chronologie

Lorsqu'on est confronté à un traumatisme complexe, associant des lésions cutanées, pédiculaires et tendineuses, le temps de revascularisation fait suite au temps d'ostéosynthèse. Il est en effet plus facile de procéder à ce temps microchirurgical lorsque la longueur est restaurée et le squelette stabilisé. Cette règle vaut pour le cas habituel où la dévascularisation s'accompagne de lésions palmaires. L'abord des éléments pédiculaires s'effectuera lui aussi par voie palmaire, agrandissant la plaie initiale. Nous avons l'habitude de réparer d'abord les éléments pédiculaires avant de procéder à la suture des tendons fléchisseurs. Il est en effet plus facile d'installer le doigt à revasculariser en position d'extension de la MP et des IP avant toute suture tendineuse. C'est dans cette position d'extension que devra être calculée la longueur d'un éventuel pontage.

Revascularisation par suture artérielle directe

Chaque fois que les conditions locales l'autorisent, la revascularisation fera appel à une suture directe, terminoterminale. Les deux axes artériels doivent être examinés successivement sous microscope. Une recoupe perpendiculaire à l'axe du vaisseau s'effectue aux microciseaux en éliminant la zone de contusion. Au terme de ce parage et après adventicectomie circonférentielle (voir chapitre 15), l'examen doit retrouver une paroi saine, de tonus normal, sans délamination pariétale. Lorsque le parage a été limité en étendue, ce qui est le cas dans les sections franches, le rétablissement du flux artériel va pouvoir être assuré par une simple suture terminoterminale. La dissection de chacune des deux extrémités vasculaires proximale et distale rend possible cette suture sans tension excessive.

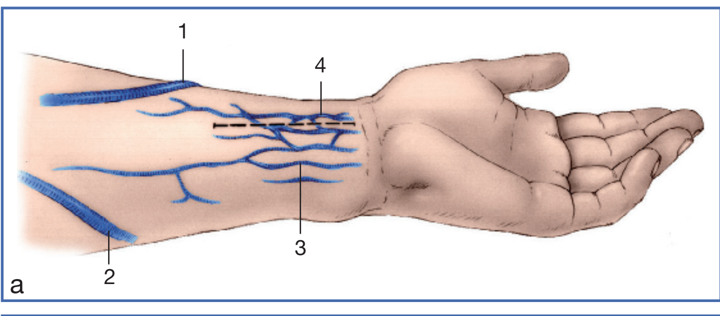
Lorsque les deux axes collatéraux palmaires peuvent être réparés par suture directe terminoterminale, nous avons l'habitude d'anastomoser les deux artères. Il est rare que ces deux artères restent perméables à long terme.

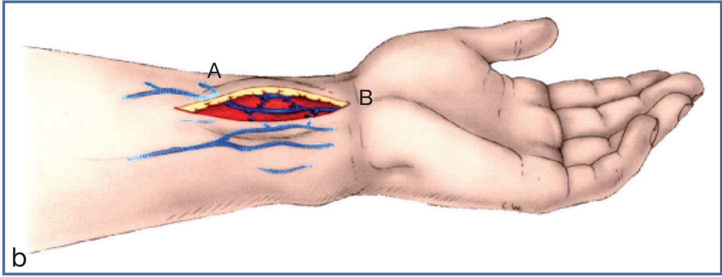
Le plus souvent seule l'une des deux anastomoses assurera la survie du doigt [13]. Les seules constatations locales (calibre du vaisseau, qualité de l'anastomose) ne permettent pas de prédire avec certitude quel côté assumera ce rôle. Lorsqu'une seule des deux artères collatérales est accessible à une suture directe, c'est à elle qu'il appartiendra d'assurer seule, l'apport artériel au doigt blessé. Il est rare en effet d'associer pour un même doigt, une suture d'un côté et un pontage de l'autre. Ceci ne serait à envisager que si la suture concernait une artère collatérale mineure, d'un calibre très inférieur à celui de l'artère collatérale controlatérale. Enfin lorsqu'une suture directe n'est possible sur aucune des deux artères collatérales, la possibilité d'une suture croisée doit être envisagée. Cet artifice devient possible lorsque la section sur les deux axes pédiculaires siège à des niveaux différents.

Celle des deux artères collatérales dont l'interruption est la plus distale peut être disséquée jusqu'à lui permettre d'être déroutée, franchissant la ligne médiane du doigt pour être anastomosée au moignon distal de l'autre artère collatérale. Cet artifice évite les aléas d'un pontage. Il ne saurait toutefois être conseillé que si aucun geste complémentaire palmaire (ténolyses, greffes nerveuses…) n'est prévisible dans le futur car les risques seraient grands d'une blessure accidentelle de cette artère, en situation hétérotopique.

Revascularisation par pontage veineux

Lorsqu'aucune suture directe n'est possible, et en dehors des rares cas relevant d'une suture croisée, la revascularisation devra faire appel à un pontage veineux. Le site donneur est représenté par les veines superficielles de la face palmaire de l'avant-bras. L'une de ces veines longitudinales est sélectionnée. La dissection réalise l'hémostase soigneuse de toutes les veinules transversales par clip ou ligature. Un lavage au sérum hépariné permet de contrôler cette hémostase et de vérifier l'étanchéité du pontage. Celui-ci est retourné de 180° afin de tenir compte de la présence des valvules, il est ensuite recoupé à la demande. Le calcul de la longueur du pontage à utiliser doit être attentif. Trop long, il aboutira après mise en charge à un effet « king-king » responsable de thrombose. Trop court, il imposera des sutures sous tension, source de fuite et de thrombose. Ces veines superficielles se rétractent considérablement une fois libérées du site donneur. L'idéal est de mesurer exactement





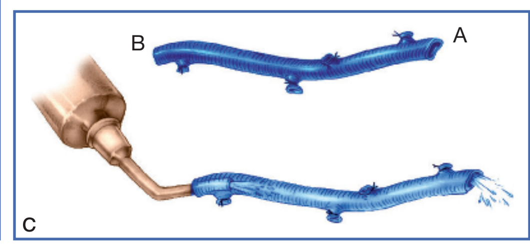
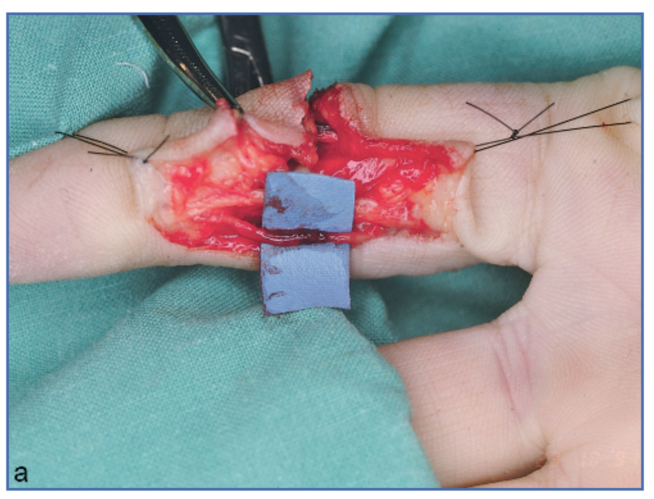


Figure 8.1

Réalisation d'un pontage veineux à partir du réseau veineux superficiel palmaire de l'avant-bras.
a. Repérage des éléments du système veineux superficiel à l'avant-bras. 1 : veine radiale superficielle ; 2 : veine cubitale superficielle ; 3 : réseau veineux palmaire superficiel de l'avant-bras ; 4 : tracé de l'incision.
b. Incision cutanée et préparation du pontage par ligature des collatérales.
c. Inversion du pontage puis lavage au sérum hépariné pour contrôler l'étanchéité.



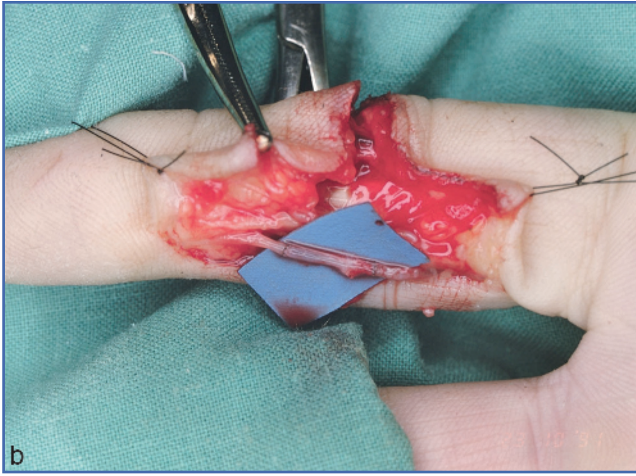
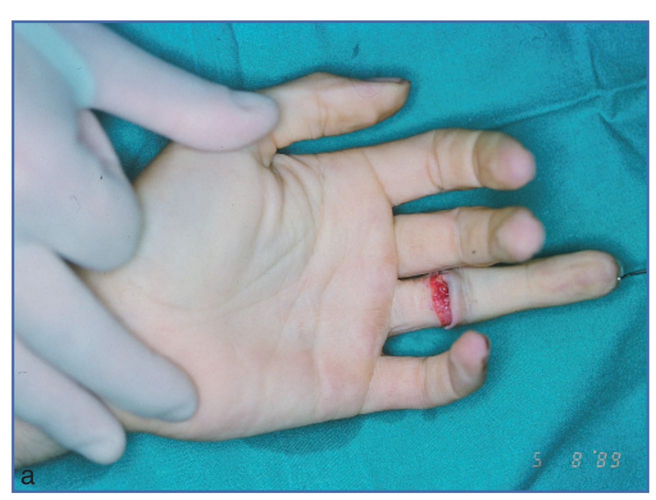


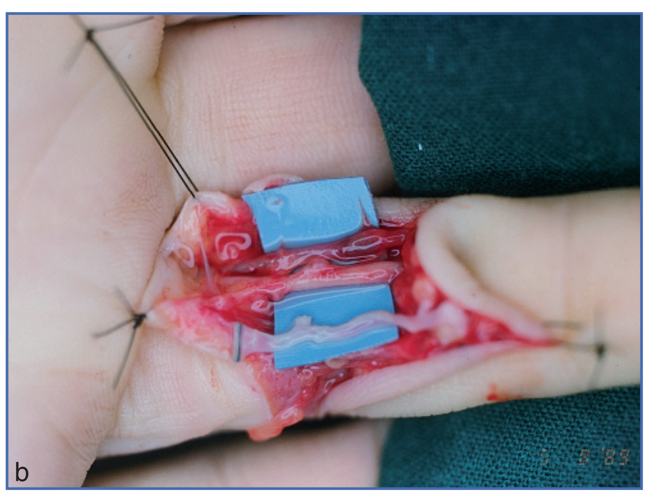
Figure 8.2

Utilisation d'un pontage veineux.
a. Thrombose bilatérale des artères collatérales palmaires d'un index lors d'un traumatisme par écrasement.
b. Réalisation d'un pontage court sur l'artère collatérale ulnaire de ce doigt.

leur longueur avant prélèvement, puis de restaurer par traction axiale cette longueur avant de procéder à la recoupe définitive. La double suture terminoterminale qui rétablit la continuité de l'axe artériel doit « gérer » l'incongruence de calibre (figures 8.1 à 8.3).

C'est surtout au niveau de l'anastomose distale que cette incongruence est manifeste en raison du retournement du greffon veineux. La répartition des points lors de la suture microchirurgicale revêt ici une importance capitale (voir chapitre 15). Il n'y a pas de règle intangible





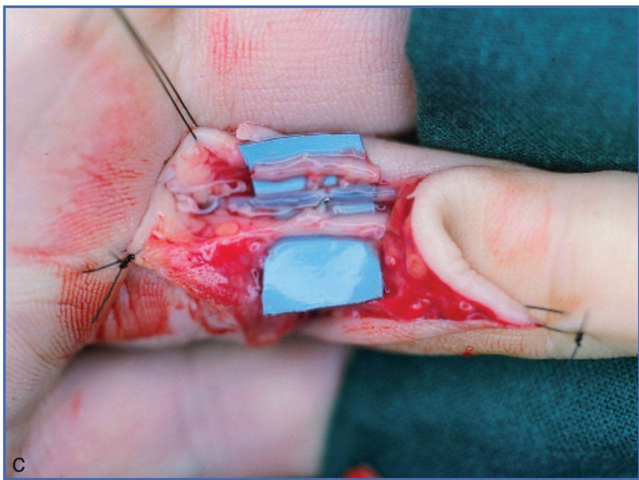


Figure 8.3

Lésion par écrasement en zone 2, dévascularisation.
a. Aspect des lésions initiales.
b. Aspect du pédicule collatéral radial avant la résection du fragment artériel thrombosé. Le segment veineux prélevé et destiné au pontage est visible en haut.
c. Pontage *in situ*. Le segment réséqué de l'artère collatérale est visible sur le fond de couleur en dessous de l'artère réparée.

dictant l'ordre dans lequel les sutures doivent être effectuées. Nous avons l'habitude de débuter par la suture distale, techniquement la plus exigeante. Le greffon encore libre pourra alors être manipulé pour faciliter la réalisation de cette première suture. Après réalisation de ce pontage, l'autre artère collatérale est clippée ou ligaturée à chacune de ses deux extrémités.

De la même façon qu'une suture « croisée » pouvait être la seule suture directe possible, certains cas peuvent imposer la réalisation d'un pontage « croisé » (figure 8.4). C'est le cas lorsque les extrémités vasculaires proximale et distale les plus favorables se situent de côtés différents du doigt. La même prudence s'impose lorsqu'on use de cet artifice alors qu'un geste chirurgical secondaire est prévu.

Cas particuliers

Revascularisation du pouce

La revascularisation du pouce a quelques spécificités techniques inhérentes aux difficultés d'exposition et à l'anatomie vasculaire de ce doigt.

Si l'anatomie vasculaire du pouce phalangien est similaire à celle des doigts longs – deux artères collatérales en situation dorsale et latérale par rapport aux nerfs – en revanche l'artère *pollicis princeps* qui est la source principale de ces artères collatérales est sujette à de nombreuses variations anatomiques [3, 10].

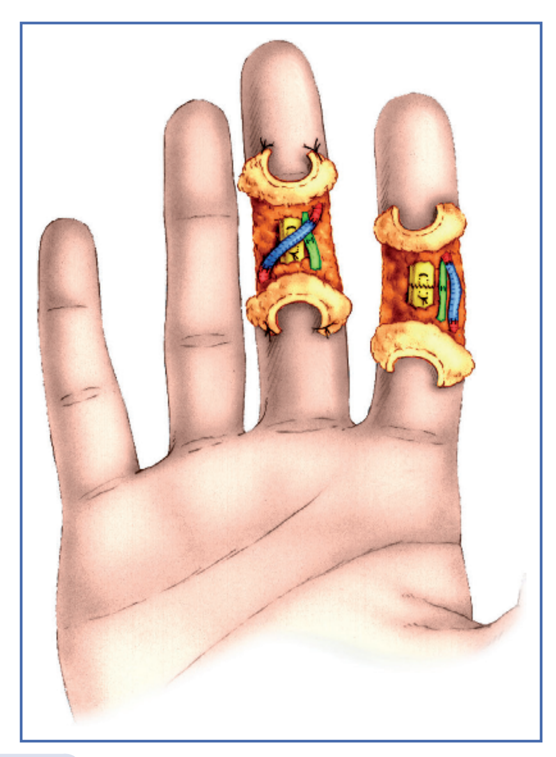
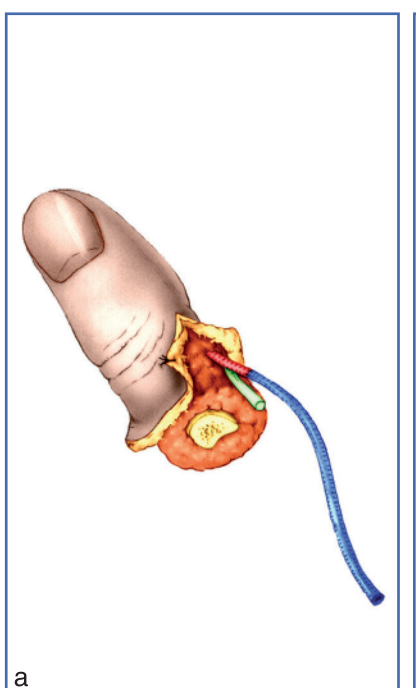


Figure 8.4

Réalisation d'un pontage artériel direct et croisé pour la revascularisation digitale.

À ces difficultés d'ordre anatomique s'ajoutent les difficultés d'exposition de la face palmaire du pouce, propres à ce doigt et toujours rencontrées lorsqu'on opère un patient en décubitus dorsal. Les revascularisations du pouce au-delà de la MP pourront s'effectuer de manière classique par suture terminoterminale sur les deux ou l'une des deux artères collatérales palmaires. Lorsqu'une seule suture est réalisée, elle porte sur la collatérale ulnaire, statistiquement dominante au niveau du pouce. Un court pontage peut également être réalisé de manière classique sur la collatérale ulnaire. En revanche dès qu'un long pontage s'avère nécessaire nous préférons le réaliser en situation hétérotopique plutôt que de chercher à le brancher en proximal sur l'artère *pollicis princeps*. Le branchement distal s'effectue avec l'artère collatérale ulnaire, et le branchement proximal, en terminolatéral sur l'artère radiale au sommet du premier espace interosseux dorsal. Le pontage lui-même est facilement tunnellisé sous la peau dorsale de la première commissure (figures 8.5 et 8.6).



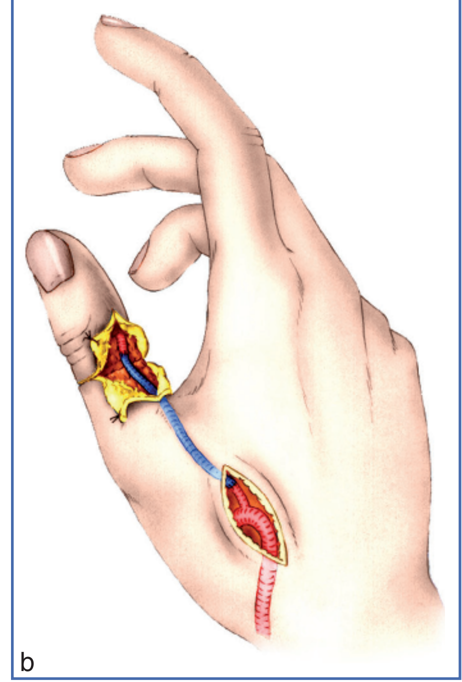


Figure 8.5

Utilisation d'un pontage veineux long pour la revascularisation du pouce.

a. Branchement distal en terminoterminal sur l'artère collatérale ulnaire du pouce.

b. Branchement proximal en terminolatéral sur l'artère radiale au sommet du premier espace interosseux.

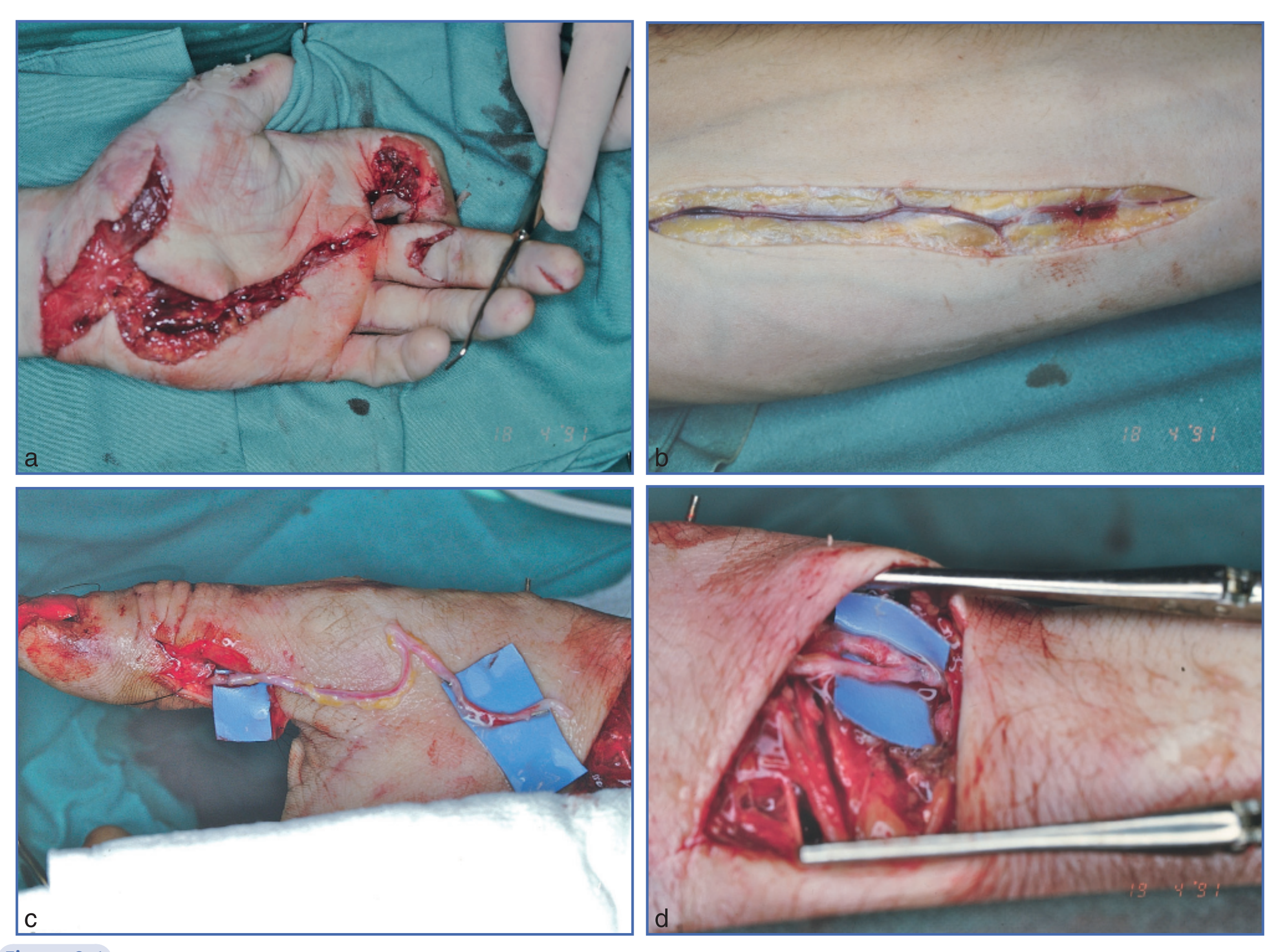


Figure 8.6

Dévascularisation du pouce lors d'un traumatisme par écrasement avulsion, luxation fermée de l'interphalangienne.
a. Aspect des lésions initiales.
b. Prélèvement du pontage veineux.
c. Préparation du pontage qui sera branché en distal sur l'artère collatérale ulnaire du pouce.
d. Anastomose proximale terminolatérale sur l'artère radiale.

Application du principe du « doigt-banque » au temps de revascularisation

Détournement d'artères provenant de doigts voisins [12]

Certains auteurs ont proposé, pour éviter le recours à un pontage veineux, le détournement d'une artère saine provenant d'un doigt voisin. C'est un artifice que nous n'utilisons jamais, considérant ce prélèvement comme d'une morbidité inacceptable pour le doigt donneur.

En revanche, ce même détournement d'un axe artériel devient licite lorsque le doigt donneur blessé lui-même est voué à l'amputation. Le cas le plus fréquemment rencontré est celui de l'index devant être amputé en P1 mais dont l'axe collatéral radial reste utilisable et peut être employé pour revasculariser le pouce.

Greffons composites nerf-artère en « doigt-banque »

Un doigt amputé et non replantable peut être utilisé pour y prélever des greffons composites « nerf-artère » (figure 8.7). Le greffon artériel est utilisé comme pontage

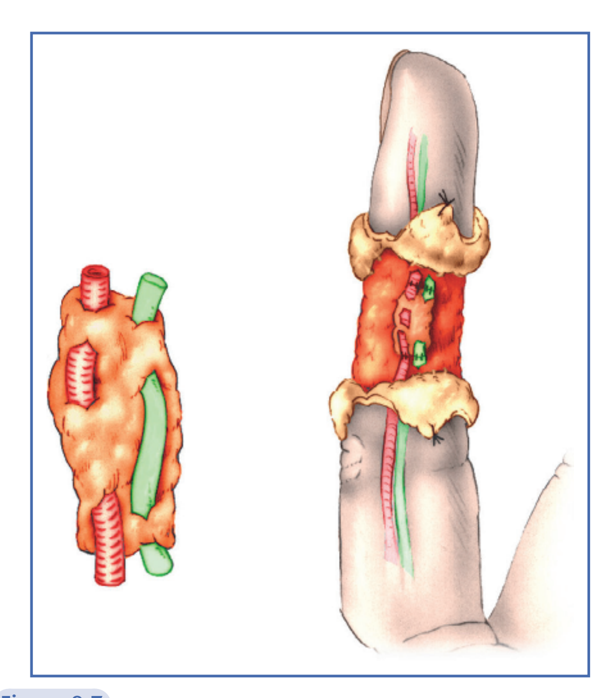


Figure 8.7
Utilisation de greffons composites « nerf + artère » en application du principe du doigt-banque.

pour revasculariser un doigt voisin, la greffe nerveuse s'intercale dans le défect correspondant du nerf collatéral palmaire. Elle se comporte comme une greffe nerveuse vascularisée (voir chapitre 17).

Revascularisation et perte de substance cutanée palmaire

Les lésions complexes du plan palmaire digital peuvent associer dévascularisation et perte de substance cutanée. Dans la plupart des cas, revascularisation et couverture cutanée seront assurées de manière distincte. Une greffe de peau épaisse peut suffire à couvrir un pontage exposé sur une courte distance. En cas de défect plus étendu, on fera appel à un lambeau (voir chapitre 9).

Certaines circonstances se prêtent toutefois au traitement en un seul temps du problème vasculaire et cutané par l'usage de lambeaux cutanés « porte-pontage ».

Plusieurs auteurs [6, 7, 14] ont proposé l'usage de ces petites unités tissulaires prélevées sur le dos d'un doigt voisin, sur le dos du pied ou à la face palmaire de l'avant-bras. La dissection emmène en monobloc peau, tissu cellulaire sous-cutané, et veine sous-jacente. Lorsque l'on utilise ce type de lambeau au cours d'une revascularisation digitale, il doit être retourné de 180° avant d'utiliser la veine comme pontage pour combler le défect sur l'artère collatérale. Le flux artériel qui traverse alors le greffon veineux suffit à assurer la survie d'un territoire cutané de surface limitée.

Il s'agit d'une solution « élégante » réglant en un seul temps un double problème vasculaire et cutané. Certains points doivent néanmoins être soulignés qui limitent l'usage de ces lambeaux. En premier lieu, le territoire cutané capable de survivre de cette manière est réduit en surface et il ne faut en aucun cas espérer de cette façon couvrir un défect étendu à toute une unité fonctionnelle cutanée.

Par ailleurs, la souffrance de l'îlot est systématique avec une phase inévitable d'œdème et de désépidermisation. Quant au choix du site donneur idéal, si les meilleurs résultats rapportés concernent des prélèvements de ce type effectués à la face dorsale d'un doigt, nous restons fidèles à la face palmaire de l'avant-bras, chaque fois que la morphologie du sujet ne laisse pas augurer d'un pannicule adipeux trop important.

L'avantage est de disposer d'un greffon veineux sans limitation de taille et de pouvoir fermer le site donneur par suture directe. Compte tenu de ces restrictions, la place de ces lambeaux « porte-pontage » se limite pour nous à d'étroits défects cutanés, situés dans l'axe du pédicule vasculaire lui-même.

Revascularisation des amputations digitales subtotales à charnière palmaire

Certains outils tranchants occasionnent des amputations subtotales avec un point de pénétration dorsale et ne laissant persister qu'une charnière cutanée palmaire. Dans la mesure où cette charnière cutanée contient toujours une ou plusieurs veines du réseau palmaire superficiel, elle doit impérativement être ménagée. Il s'agit là d'une exception à la chronologie habituelle de réparation. La nécessité de conserver en continuité la peau palmaire conduira à réparer d'abord les éléments pédiculaires, à travers la tranche de section osseuse ou par une voie latérale, puis les tendons fléchisseurs, avant de procéder à l'ostéosynthèse. La difficulté technique des différents temps successifs s'en trouve considérablement accrue.

Stratégie dans les dévascularisations digitales multiples

Lorsqu'on est confronté en urgence à un traumatisme comportant des dévascularisations digitales multiples, la stratégie de reconstruction doit être définie pour chaque doigt

dès le début de l'intervention. Il serait regrettable en abordant le 2e ou 3e doigt de constater que celui-ci doit finalement être régularisé et aurait pu fournir un greffon artériel remplaçant avantageusement l'un des greffons veineux utilisé. Par ailleurs, il semble logique d'estimer grossièrement la longueur totale des pontages qui seront nécessaires afin de réaliser le prélèvement en une seule fois.

Revascularisation dans les avulsions digitales

Nous n'envisageons ici que les problèmes vasculaires posés par ces avulsions digitales (voir chapitre 15).

L'exemple le plus typique des lésions résultant d'une avulsion est représenté par le « doigt d'alliance » (*ring finger*), mais certaines machines ou outils peuvent occasionner des lésions similaires, même en l'absence de tout anneau ou bague. Au stade III de la classification d'Urbaniak [15] le problème est mixte, à la fois artériel et veineux. À un degré moindre de gravité, seule la continuité artérielle ou veineuse sera à rétablir (figure 8.8).

Temps artériel

Le mécanisme d'étirement axial occasionne des lésions pariétales étendues difficiles à évaluer même sous le grossissement du microscope opératoire. En proximal, il est possible de s'assurer que le niveau de recoupe est suffisant en lâchant le garrot. Seul un flux vigoureux, ne s'atténuant pas au fil des pulsations, est le gage d'une anastomose qui s'effectuera en territoire sain. Si ce n'est pas le cas, il faut

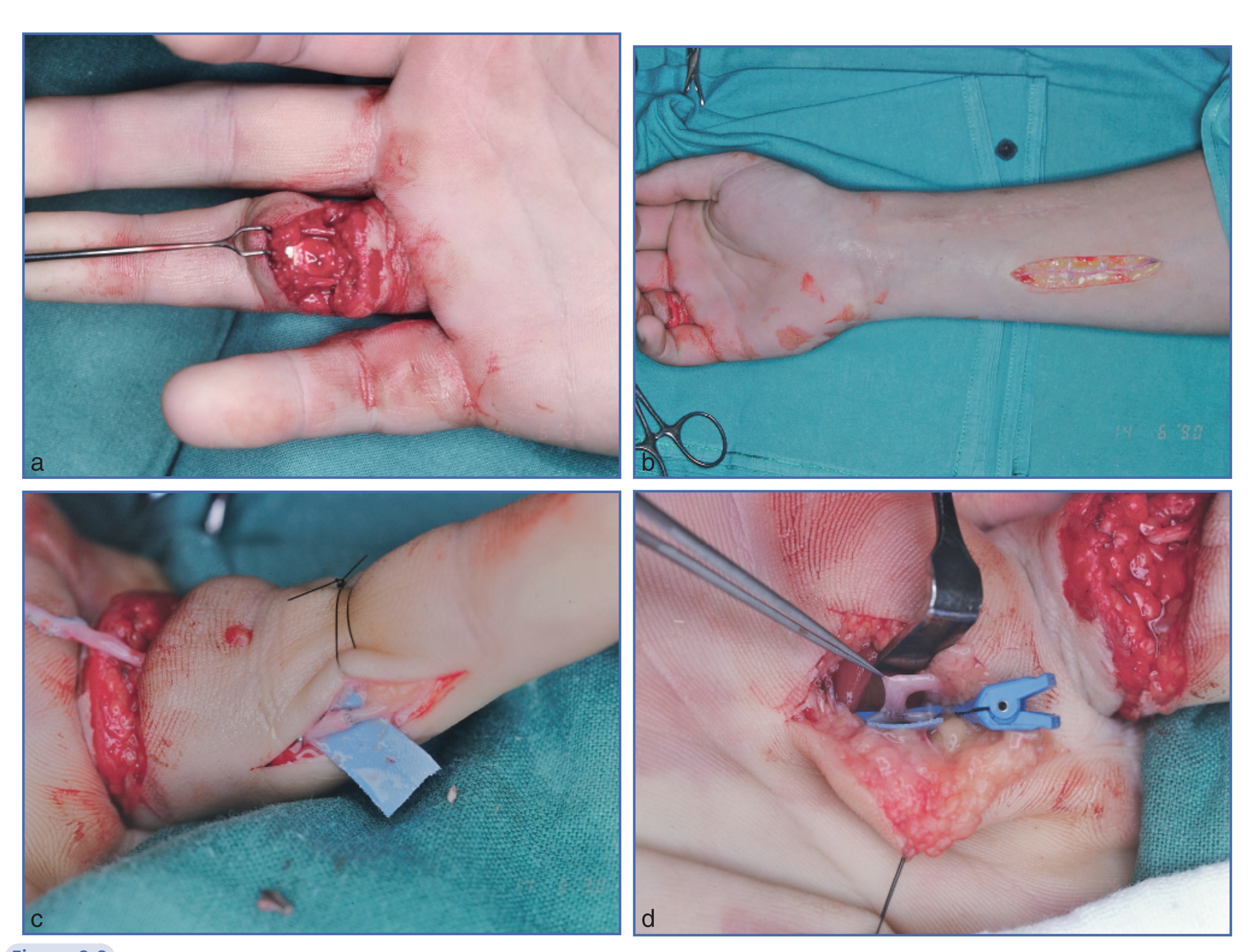


Figure 8.8

Revascularisation d'un *ring finger* avec lésion palmaire exclusive comportant une dévascularisation.

a. Aspect des lésions initiales, les deux nerfs collatéraux palmaires sont visibles, contus mais en continuité.
b. Prélèvement du pontage veineux superficiel.
c. Anastomose première terminoterminale avec l'artère collatérale côté ulnaire.
d. Branchement du pontage en terminolatéral sur l'axe digital commun dans la paume.

d'abord s'assurer de l'absence de tout facteur défavorable d'ordre général (faible tension artérielle, chute de la température centrale) puis éliminer un éventuel spasme en usant de sérum chaud et de lidocaïne, avant de se résoudre à une recoupe plus proximale. En distal nous nous fions à l'examen direct pour juger du niveau de recoupe. L'absence de *ribbon sign*, une paroi de tonus normal, sans aucun signe de délamination, sont des critères suffisants. Mieux vaut en l'occurrence pécher par excès et réaliser un pontage sacrifiant quelques millimètres de paroi saine que de se voir confronté à la nécessité de réaliser un second pontage, plus long, en seconde intention.

Deux cas particuliers méritent d'être détaillés :

- les avulsions subtotales : la totalité du fourreau cutané digital a été avulsée; seule reste en continuité la chaîne squelettique différenciant ce cas des amputations complètes; les lésions vasculaires sont cependant similaires, très étendues et la seule solution est un pontage adoptant d'emblée sa longueur maximale branché en proximal dans la paume et en distal à hauteur de l'IPD, (voir chapitre 15) selon la technique décrite par Foucher [5];
- les dévascularisations par écrasement : la composante d'avulsion est ici très limitée; l'accrochage de l'anneau s'est effectué à la face dorsale du doigt et la traction s'est traduite essentiellement par une puissante composante d'écrasement; la peau palmaire est contuse mais parfois encore partiellement en continuité; il n'est pas rare de découvrir à l'exploration que la dévascularisation procède d'une thrombose segmentaire de chacune des deux artères collatérales palmaires.

Il faut alors résister à la tentation de simplement extraire le caillot par une artériotomie longitudinale. Quelle que soit son importance, ce thrombus est la conséquence de lésions pariétales et la seule solution consiste en une résection segmentaire suivie d'un rétablissement de continuité par pontage veineux sur l'axe artériel dominant.

Temps veineux

Le rétablissement du flux veineux de retour concernera le réseau veineux superficiel dorsal, le plus facile d'accès par son calibre. Une suture veineuse directe représente la solution technique la moins coûteuse et est parfois encore possible. Lorsque celle-ci n'est plus possible en raison d'une perte de substance, on fera appel à un pontage utilisant les mêmes veines dorsales superficielles de l'avant-bras. Enfin lorsque la perte de substance concerne conjointement ce réseau veineux dorsal et le revêtement cutané, l'usage d'un lambeau « porte-veine » est possible, permettant de régler les deux problèmes dans le même temps (voir chapitre 15).

Revascularisations proximales

Revascularisation au poignet

La réparation conjointe des deux axes artériels (artère radiale, artère cubitale) est souhaitable. Lorsqu'une suture directe terminoterminale est impossible, il sera fait appel à des pontages. Les veines superficielles de l'avant-bras sont ici de trop petit calibre et on utilisera une veine superficielle prélevée au pli du coude ou, à défaut, une veine saphène prélevée au membre inférieur.

Lésions vasculaires dans la paume

La destruction dans la paume de l'arcade palmaire superficielle pose parfois de difficiles problèmes techniques.

Lorsque la lésion concerne une ou plusieurs artères digitales communes, il est possible de réparer successivement chacun des axes lésés en utilisant suivant les cas une suture directe ou un pontage à partir des veines superficielles de l'avant-bras.

Lorsque la lésion est plus distale et concerne la bifurcation en Y des artères digitales communes, la continuité peut être rétablie en utilisant un pontage court en Y. Soulignons qu'il est parfois difficile de trouver de tels Y veineux, correctement orientés, au niveau de la face palmaire de l'avant-bras.

Enfin dans certains cas, c'est toute l'arcade palmaire superficielle depuis la sortie du canal de Guyon, qui est détruite. Dans ce cas, la seule solution est une reconstruction de l'arcade elle-même. Le greffon utilisé est l'arcade veineuse du dos du pied. Chaque branche veineuse rejoignant l'arcade sera choisie très courte, de manière à réduire considérablement les risques de présence d'une valvule. En pratique, seul est gardé un tronçon de quelques millimètres destiné à autoriser une suture terminoterminale avec l'artère digitale commune correspondante. Quant à l'arcade veineuse elle-même, le passage d'un Fogarty de petit calibre permet soit de vérifier l'absence de valvules soit, en présence de celles-ci, de choisir le sens de montage le plus approprié.

Références

[1] Alpert BS, Buncke HJ, Brownstein M. Replacement of damaged arteries and veins with vein grafts when replanting crushed, amputated fingers. Plast Reconstr Surg 1978; 61 : 17–22.

[2] Bieber EJ, Wood MB, Cooney WP, Amadio PC. Thumb avulsion : Results of replantation and revascularisation. J Hand Surg 1987; 12A : 786–90.

[3] Braun JB. Les artères de la main. In : Thèse Méd Nancy; 1977. p. 400.

[4] Coleman SS, Anson BJ. Arterial patterns in the hand based upon a study of 650 specimens. Surg Gyn Obstet 1961; 113A : 409–24.

[5] Foucher G. La revascularisation des arrachements digitaux par bague. Ann Chir Main 1986; 5(3) : 256–9.

[6] Honda T, Nomura S, Yamamauchi K, Smimamura K, Yoshimura M. The possible applications of composite skin and subcutaneous vein grafts in the replantation of amputated digits. Br J Plast Surg 1984; 37 : 607–12.

[7] Inoue G, Maeda N. Arterialized venous flap coverage for skin defect of the hand and foot. J Reconstr Microsurg 1988; 4(4) : 255–64.

[8] Kay S, Werntz J, Wolff TW. Ring avulsion injury : Classification and prognosis. J Hand Surg 1989; 14A : 204–13.

[9] Martin DL, Kaplan IB, Kleinert JM. Use of a reverse cross-finger flap as a vascularized vein graft carrier in ring avulsion injuries. J Hand Surg 1990; 15A : 155–9.

[10] Murakami J, Takaya K, Outi H. The origine course and distribution of arteries to the thumb; with special reference to the so-called artery pollicis princeps. Anat Japon 1969; 46 : 123–37.

[11] Nissenbaum M. Class II A ring avulsion injuries : an absolute indication for microvascular repair. J Hand Surg 1984; 9A : 810–5.

[12] Pho RWH, Chacha PB, Yeo KQ. Rerouting vessels and nerves from other digits in replanting an avulsed and degloved thumb. Plast Reconst Surg 1979; 64 : 330–5.

[13] Schmidt DM, McClinton MA. Microvascular anastomoses in replanted fingers : Do they stay open? Microsurg 1990; 11(3) : 251–4.

[14] Tsai JM, Matiko JD, Breidenbach W, Kutz JE. Venous flaps in digital revascularisation and replantation. J Reconst Microsurg 1987; 3 : 113–9.

[15] Urbaniak JR, Evans JP, Bright DS. Microvascular management of ring avulsion injuries. J Hand Surg 1981; 6(1) : 25–30.

[16] Van Beek AL, Kutz JE, Zook EG. Importance of the ribbon sign, indicating unsuitability of the vessel, in replanting a finger. Plast Reconstr Surg 1978; 61 : 32–5.

Chapitre 9

Pertes de substance digitale et de la main

G. Dautel

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

9.1 Petites pertes de substance digitale et de la main

Les petites pertes de substance affectant le segment digital sont fréquentes. Le moyen de couverture doit être choisi avec minutie en fonction de nombreux critères. La topographie du défect, le doigt incriminé, les lésions associées du doigt blessé lui-même et des doigts voisins, les impératifs de la rééducation postopératoire, les besoins fonctionnels, l'âge et le sexe du patient interviennent conjointement dans ce choix thérapeutique. Toutes les techniques de couverture, de la simple cicatrisation dirigée au transfert microchirurgical « sur mesure » doivent être connues dans leurs détails afin de proposer au patient la solution la plus appropriée : la pratique des petits lambeaux locaux nécessite une connaissance approfondie de la vascularisation de la main.

Pertes de substance pulpaire

Anatomie de la pulpe des doigts

Squelette pulpaire

Le squelette osseux de la pulpe est formé par la phalange distale ou P3. Ses caractéristiques morphologiques sont des acquis phylogénétiques de l'homme et n'existent pas chez le primate [86].

Le segment diaphysaire présente une concavité palmaire qui répond à la convexité des tissus mous pulpaires et se termine par la tubérosité distale ou « houppe » phalangienne avec sa projection proximale caractéristique (figure 9.1).

Outre ce support squelettique, la stabilité et le contrôle de la déformabilité pulpaire sont assurés par le squelette fibreux de la pulpe [85]. Selon les caractéristiques de ce squelette fibreux, il est possible de distinguer une pulpe proximale et une pulpe distale. La pulpe distale correspond au segment digital situé en regard de la tubérosité phalangienne distale; elle est compartimentée par des cloisons fibreuses s'insérant à la face profonde du derme, d'une part, au périoste de la tubérosité phalangienne, d'autre part. Des cloisons de disposition radiaire assurent le cloisonnement de cette pulpe distale en des compartiments de tissu celluloadipeux de forme pyramidale.

Ce type de cloisonnement offre à ce segment de la pulpe une stabilité et une résistance à la déformation qui lui est propre (figure 9.2). Cette résistance à la déformabilité est encore accrue par la disposition transversale à ce niveau des dermatoglyphes. Ces derniers participent également à l'adhérence comme le font les rainures d'une pneumatique sur une route humide ! (figure 9.3). Enfin, le dernier élément

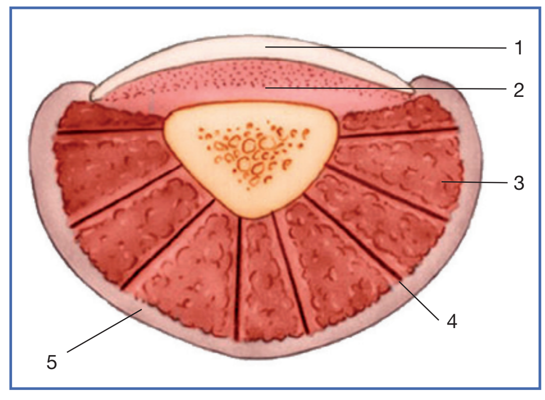


Figure 9.2
Pulpe distale (coupe transversale).
1. Tablette unguéale. 2. Lit unguéal. 3. Lobules du tissu pulpaire. 4. Travées fibreuses du cloisonnement. 5. Revêtement cutané.

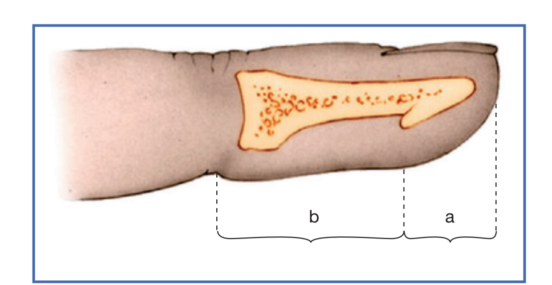


Figure 9.1
Topographie de l'unité fonctionnelle pulpaire.
a. Pulpe distale.
b. Pulpe proximale.

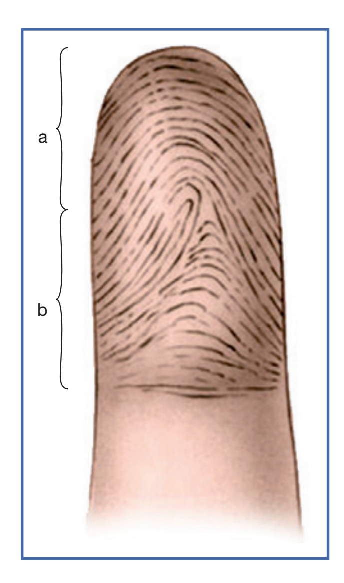


Figure 9.3
Disposition des dermatoglyphes.
a. Pulpe distale.
b. Pulpe proximale.

participant à la stabilité de cette pulpe distale est représenté par la tablette unguéale elle-même. Le blanchiment du lit unguéal observé lors de la réalisation de pinces pulpopulpaire témoigne du rôle efficace de contre-pression que joue l'ongle. Lors des gestes de la vie quotidienne, cette stabilité de la pulpe distale est nécessaire à la réalisation de pinces fines pulpopulpaires (figure 9.4).

La disparition de l'ongle par stérilisation de la matrice, le raccourcissement squelettique avec disparition de la houppe phalangienne ou le remplacement de cette pulpe distale par un tissu inapproprié menacent cette stabilité pulpaire distale.

L'organisation de la pulpe proximale est différente. Elle ne dispose plus, latéralement, du support représenté par la tablette unguéale et son seul support rigide est représenté par le segment diaphysaire concave de P3. L'organisation des lobules de tissu celluloadipeux est également différente. Les travées fibreuses de forme radiaire ont disparu et les lobules adoptent ici une forme sphérique (figure 9.5). Si la stabilité était la caractéristique de la pulpe distale, c'est la malléabilité qui caractérise la pulpe proximale. En adaptant ses contours à ceux de l'objet saisi, elle améliore l'adhérence et autorise des prises puissantes.

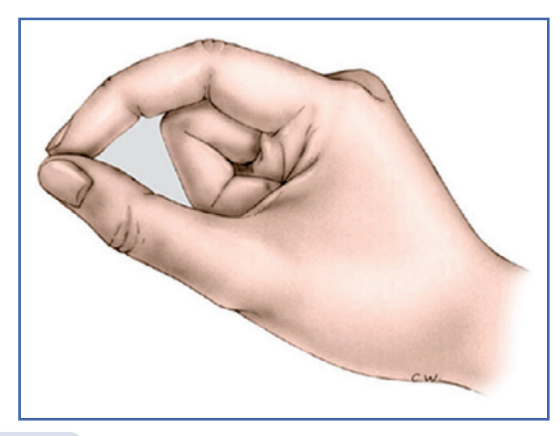


Figure 9.4

Prise fine pulpopulpaire, pollici-digitale.

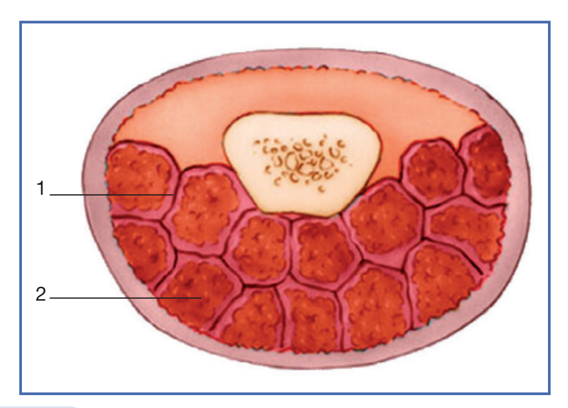


Figure 9.5

Pulpe proximale (coupe transversale).
1. Travées fibreuses de cloisonnement. 2. Lobules du tissu pulpaire.

Vascularisation

La vascularisation de la pulpe est indispensable à connaître, qu'il s'agisse de réaliser des replantations distales (voir chapitre 15) ou des lambeaux locaux de couverture. Les deux artères collatérales palmaires se réunissent devant la phalangette en regard de l'insertion terminale du fléchisseur profond. Cette anastomose est profondément située dans le plan de l'insertion du fléchisseur. À partir de cette arcade pulpaire plusieurs artérioles de disposition longitudinale se dirigent vers l'extrémité distale du doigt. L'une d'entre elles peut être plus volumineuse et mériter le terme d'artère centrale de la pulpe. Ces vaisseaux d'un calibre souvent supérieur à 0,5 mm [89, 90] peuvent faire l'objet d'une suture microchirurgicale et sont donc utilisés lors des replantations distales. Ils peuvent atteindre l'extrémité du doigt et la contourner pour s'anastomoser avec des branches issues d'une arcade dorsale (figure 9.6 et 9.62). L'existence de tels axes artériolaires se poursuivant jusqu'à l'extrémité du doigt fait qu'il n'y a théoriquement pas de limite distale à la réalisation d'une replantation. Il n'est pas rare de constater, lors de dissections cadavériques après injection vasculaire, l'existence de flexuosités sur le trajet des artères collatérales palmaires à proximité de l'extrémité digitale [89, 90]. Cette disposition doit être connue. Le déplissement par dissection de ces flexuosités est à même de faire gagner les quelques millimètres nécessaires pour éviter le recours à un

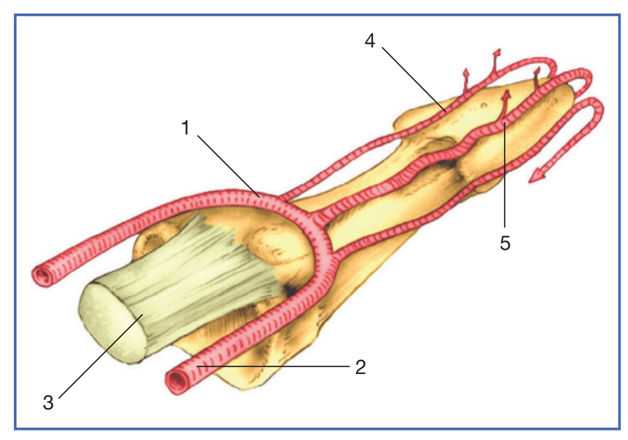


Figure 9.6

Vascularisation pulpaire.
1. Arcade anastomotique pulpaire. 2. Artère collatérale palmaire. 3. Tendon fléchisseur. 4. Branche terminale à destinée pulpaire. 5. Artère centrale de la pulpe.

pontage lors d'une replantation distale (voir chapitre 15). Le drainage veineux de la pulpe doit également être connu car il est impliqué lors de la réalisation de lambeaux pulpaires ou de replantations distales [88]. Il est classique de décrire le système veineux dorsal comme prépondérant au niveau des doigts [88]. Au-delà de l'interphalangienne distale, c'est toutefois à la face palmaire du doigt que les éléments veineux prépondérants seront rencontrés.

En pratique, au-delà du sillon unguéal proximal, aucune veine dorsale ne peut être retrouvée qui soit d'un diamètre propice à la réalisation d'une microanastomose vasculaire. En revanche, les veines palmaires (ou pulpaires) peuvent, au prix d'une technique adaptée, être utilisées pour assurer le retour veineux après replantation distale [94] (voir chapitre 15).

Innervation

L'innervation de la pulpe est assurée par les branches de division du nerf collatéral palmaire. Le plus souvent au niveau du pli de flexion palmaire de l'IPD, la division du nerf en ces branches terminales est déjà acquise [14]. Toutefois ces branches restent accessibles à une réparation microchirurgicale.

Topographie et classification des amputations distales des doigts

Dans le but de clarifier les indications propres à chaque type de lésions nous proposerons une classification des amputations distales selon leur topographie. Outre le niveau de section proprement dit, pris en charge par cette classification, la description de la lésion, et donc le choix du procédé de couverture retenu, doit prendre en compte l'obliquité de l'amputation (oblique en sifflet ou transversale en guillotine) et l'attrition plus ou moins importante des tissus résiduels. Cette classification distingue quatre zones de distal en proximal (figure 9.7).

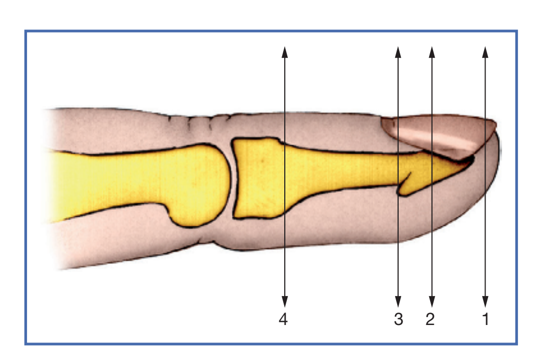


Figure 9.7

Topographie des amputations distales.

- Zone 1 : amputation très distale, n'exposant pas la phalangette, les lésions de cette zone appartiennent résolument comme nous le reverrons au domaine de la cicatrisation dirigée.
- Zone 2 : la section passe par le lit de l'ongle dont persiste toutefois une longueur utile susceptible de limiter le phénomène de repousse en griffe. Les replantations du fragment distal avec microanastomoses vasculaires deviennent possibles dès cette zone 2.
- Zone 3 : le niveau d'amputation est proche du sillon unguéal proximal et de la zone matricielle. À ce niveau, la longueur du lit unguéal résiduel n'est plus suffisante pour assurer une repousse correcte de l'ongle et éviter les phénomènes de griffe. Si le procédé de reconstruction ne restaure pas la longueur du lit unguéal (replantation, transfert « sur mesure » à partir d'un orteil), il faut alors envisager la stérilisation de la matrice unguéale. En cas de replantation, aucune veine dorsale ne peut être suturée.
- Zone 4 : dans cette zone 4, l'amputation est proche de l'interligne interphalangien (IP du pouce, IPD des doigts longs). À la différence de la zone 3, dans cette zone, si le fragment distal a été retrouvé il autorisera souvent lors de la replantation, la réalisation de microanastomoses veineuses dorsales.

À condition de compléter cette classification par zone d'une description de l'obliquité de la tranche de section et de l'état d'attrition des tissus restants, on obtient une description précise des lésions à même de guider les indications thérapeutiques.

Méthodes de reconstruction

Cicatrisation dirigée

C'est par ordre de fréquence et de simplicité de mise en œuvre la première des méthodes de reconstruction pulpaire. Sa simplicité ne doit toutefois pas consister en un abandon thérapeutique… Elle est réservée aux pertes de substance pulpaire superficielles. L'exposition de la phalangette contre-indique le recours à cette méthode, et il ne saurait être question de raccourcir largement le squelette d'un doigt déjà mutilé pour rendre cette cicatrisation dirigée possible. Comme pour toute plaie évoluant spontanément, sous l'effet d'un pansement adéquat, un bourgeonnement à partir du sous-sol, suivi d'une contraction de la plaie et d'une épithélialisation à partir des berges vont survenir successivement. L'évolution spontanée de cette perte de substance pulpaire aboutit ainsi à une migration progressive de la zone cicatricielle en direction distale vers le bord libre de l'ongle. Cet « escamotage » progressif de la

cicatrice n'est pas le moindre bénéfice de la méthode. La prise en charge initiale de ces pertes de substance vouées à la cicatrisation dirigée comporte un temps de parage et de lavage local nécessaire s'il ne s'agit pas d'une amputation nette en « guillotine ». Ce parage ne peut se faire dans de bonnes conditions que sous garrot et anesthésie locale. Le premier pansement ensuite appliqué est un pansement gras, destiné à créer les conditions d'une « inflammation locale » propice au bourgeonnement. Il sera relayé ensuite par un pansement imbibé de corticoïdes pour stopper le bourgeonnement et autoriser l'épithélialisation. La réfection du pansement s'impose trois fois par semaine avec un contrôle hebdomadaire par le chirurgien lui-même. Trois à quatre semaines peuvent être nécessaires pour obtenir la cicatrisation de défects pulpaires étendus. Le pansement se fera de plus en plus discret au fur et à mesure que progresse la cicatrisation. Dès les premiers jours le patient est encouragé à mobiliser activement ses articulations interphalangiennes, ce qui n'est possible que si le pansement est peu contraignant. Une hyperesthésie cicatricielle passagère peut se rencontrer une fois la cicatrisation obtenue. Elle cède toutefois le plus souvent sous l'effet de mesures simples de désensibilisation (martelage et percussion de l'extrémité digitale). Ainsi menée, la cicatrisation dirigée obtient des résultats remarquables tant sur le plan esthétique que fonctionnel, au prix de l'astreinte des pansements répétés et d'un traitement nécessitant plusieurs semaines (figure 9.8). Les indications de la cicatrisation dirigée se résument :

- à tous les cas d'amputation en zone 1 ;
- à certains cas d'amputation en zone 2 : lorsqu'en particulier, les tissus de voisinage sont d'une vitalité suffisante pour conduire cette cicatrisation.

Greffes de peau

Tous les types de greffe cutanée ont été proposés pour traiter les pertes de substance digitale distale. Quelle que soit la nature du tissu greffé, les inconvénients sont nombreux de sorte que la place des greffes de peau est, dans notre pratique, exceptionnelle.

Greffes de peau mince

Peu exigeantes quant à la nature de leur sous-sol, elles « prennent » facilement mais cumulent des inconvénients mécaniques et sensoriels. Mécaniques car minces, et adhérentes aux plans sous-jacents, elles ne répondent à aucun des critères du cahier des charges de la reconstruction pulpaire (épaisseur, malléabilité). De plus, la récupération sensitive est de médiocre qualité. C'est pour ces raisons que nous rejetons ce procédé.

Greffes de peau « épaisses »

Meilleures que les précédentes sur le plan mécanique, surtout lorsqu'elles sont prélevées sur le versant palmaire de l'éminence hypothénar, elles sont toutefois décevantes sur le plan sensitif.

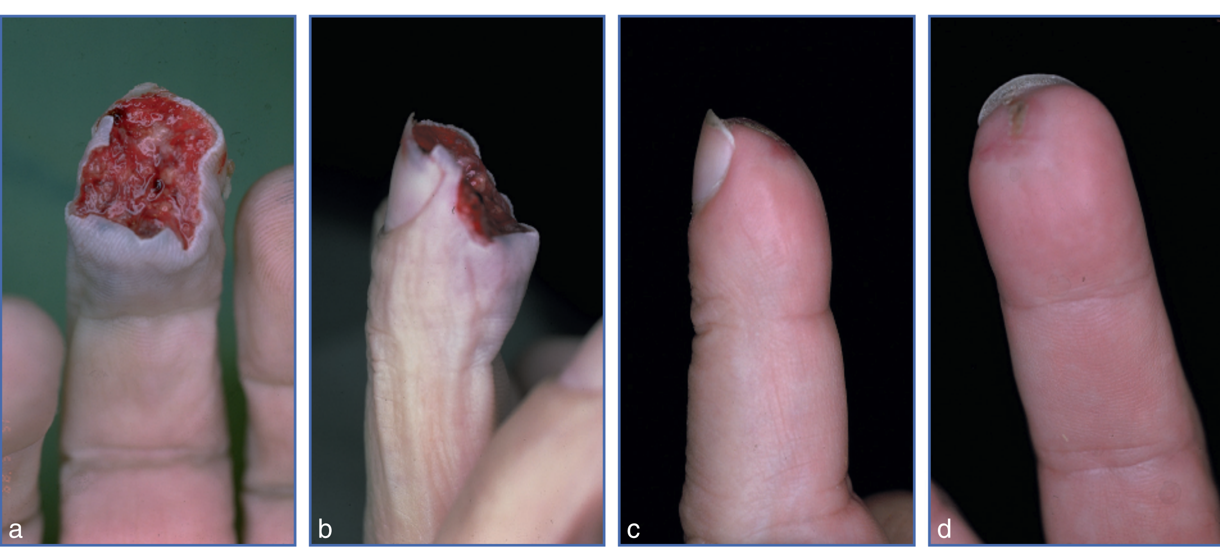


Figure 9.8

Cicatrisation dirigée d'une perte de substance pulpaire.
a, b. Aspect initial.
c, d. Résultat à S7.

Greffes de peau totale

Il s'agit, en matière de couverture par greffes des extrémités digitales, du « moins mauvais choix ». Sur le plan mécanique, ces greffes ne se rétractent pas et offrent un revêtement stable et de bonne qualité, sans toutefois satisfaire totalement aux critères de malléabilité et d'épaisseur de la pulpe. La récupération sensitive y est supérieure à celle obtenue par les greffes minces sans atteindre les performances de discrimination des lambeaux sensibles [76]. Ces greffes de peau totale sont plus exigeantes quant à la nature de leur sous-sol qui doit être parfaitement vascularisé. Enfin, la greffe doit être étroitement appliquée sur son sous-sol, au besoin par un bourdonnet cousu laissé en place huit jours. En effet, en cas de prise partielle, la couverture pourrait s'achever par cicatrisation dirigée. Mais cette prise imparfaite diminue d'autant les performances sensitives de la pulpe ainsi reconstruite car elle induit une barrière conjonctive qui s'oppose à la neurotisation sensitive de la greffe (figure 9.9).

Greffes composées

Pour pallier les insuffisances mécaniques des greffes de peau, des greffes composées, comportant outre la peau, quelques lobules de tissus graisseux sous-cutanés ont été proposés. Les chances de prise d'une telle greffe sont aléatoires et les indications se limitent, chez l'enfant, à la reposition de « couvercles pulpaires » dans des amputations très distales. Chez l'enfant la prise d'une telle autogreffe est possible, surtout si le fragment garde une charnière cutanée. Dans les cas plus défavorables, la nécrose du fragment ne l'empêchera pas, en l'absence d'infection, de guider la cicatrisation sous-jacente, aussi bien, voire mieux qu'un pansement. Quant aux greffes composites d'origine hypothénarienne [45], notre expérience nous a conduit à en limiter l'usage à l'enfant, car la prise de ces greffes nous a semblé très inconstante chez l'adulte.

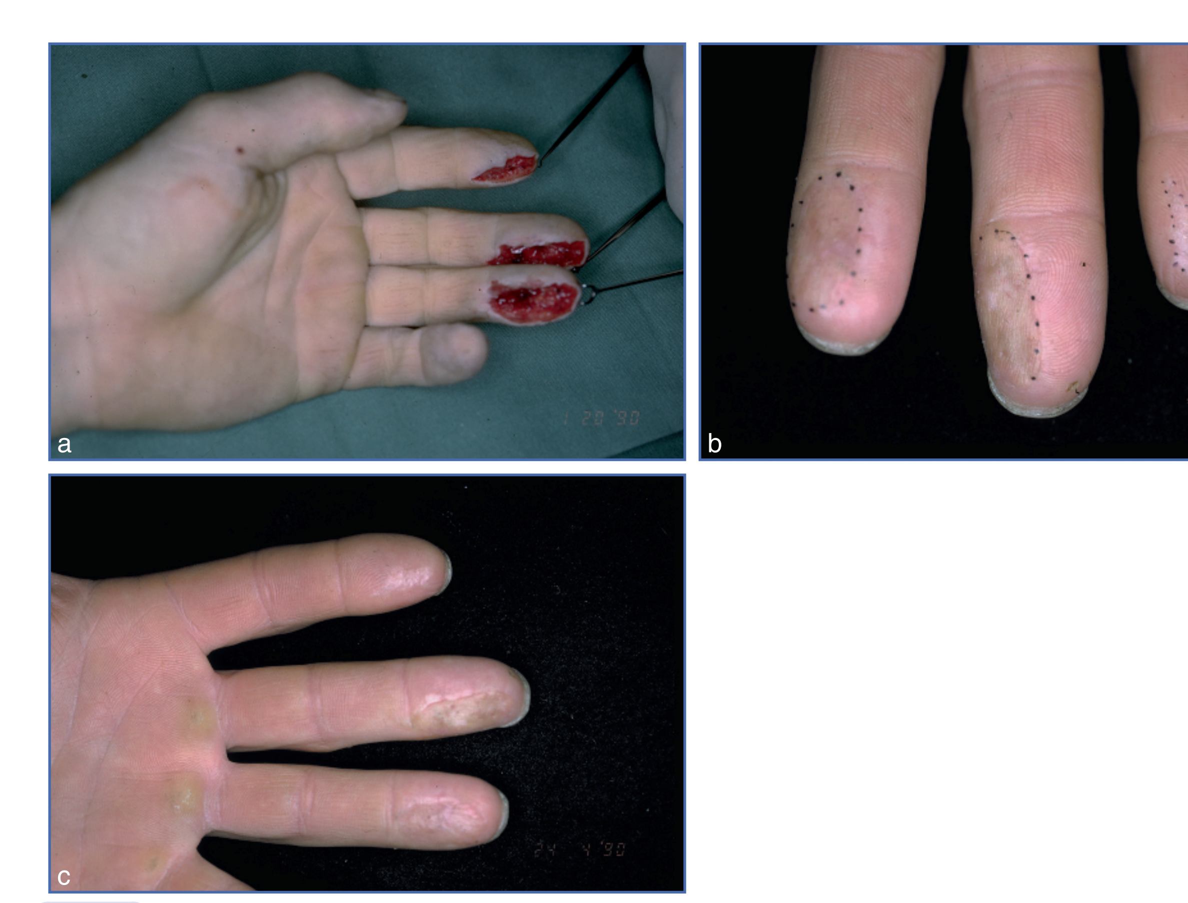


Figure 9.9

Pertes de substance pulpaire : greffe de peau totale.

a. Large perte de substance pulpaire sur le 3e et le 4e doigt.

b. c. Repose en greffe de peau totale des fragments avulsés après dégraissage sur les 3e et 4e doigts. Cicatrisation dirigée sur l'index. La perte de substance a été « pérennisée » par la greffe de peau totale sur les 3e et 4e doigts. Sur l'index, la cicatrisation dirigée a obtenu un effet de contraction, réduisant les dimensions du défect.

Greffes pulpaires libres (non vascularisées) à partir d'orteil

Mac Cash a proposé, en 1959 [62], l'usage de greffons pulpaires taillés sur un orteil à la dimension exact du défect, et suturés méticuleusement au niveau du site receveur en éliminant tout espace mort. Les aléas de prise d'un tel greffon composite nous semblent devoir condamner la méthode. L'idée d'utiliser la pulpe d'un orteil pour reconstruire une pulpe digitale mécaniquement satisfaisante est cependant à retenir. C'est ce que réalisent les transferts pulpaires d'orteil avec microanastomoses dont les indications seront évoquées plus loin.

En résumé, la place des greffes de peau dans la reconstruction pulpaire est restreinte, limitée par les inconvénients que nous avons mentionnés. Nous retiendrons les indications d'exception suivante :

- *greffes minces d'attente*-« pansement-greffe » : certaines pertes de substance pulpaire ou digitale distales vont nécessiter une reconstruction complexe par transfert microchirurgical ; dans notre pratique ces transferts libres ne se réalisent pas en urgence mais de préférence secondairement ou en urgence « différée » ; une greffe mince appliquée sur le défect protège le futur site receveur, améliore le confort des pansements et évite une granulation excessive qui viendrait compliquer le geste ultérieur de reconstruction ;
- *les amputations en sifflet palmaire de la zone 1* : elles relèvent de la cicatrisation dirigée ; toutefois lorsque ces pertes de substance sont étendues, les délais de cicatrisation peuvent atteindre six à sept semaines [41] ; lorsque des exigences professionnelles l'imposent, lorsqu'il s'agit d'une pulpe non dominante, une greffe de peau épaisse ou totale peut être utilisée pour raccourcir les délais de cicatrisation.

Raccourcissement-suture

Le raccourcissement du squelette afin d'autoriser la fermeture du moignon par suture simple est un procédé à regarder avec circonspection. Certes, 1 ou 2 mm du segment osseux distal peuvent être réséqués à la pince-gouge de manière à autoriser ensuite une cicatrisation dirigée ou un lambeau local. En revanche, le raccourcissement-suture a des indications très limitées. Lorsque seule persiste 2 à 3 mm de la base de P3 d'un doigt long, la conservation de l'interphalangienne distale, au prix d'un lambeau local ne présente aucun intérêt fonctionnel. Mieux vaut alors tirer parti du raccourcissement qu'autorise une régularisation en tête de P2 pour obtenir, d'emblée, un moignon sensible et bien étoffé.

Une telle règle ne s'applique pas toujours au niveau du pouce. Chez des patients jeunes lorsque la base de P2 est encore présente avec ses insertions intactes du fléchisseur et de l'extenseur, il est préférable d'envisager une reconstruction par transfert d'orteil. L'atout fonctionnel d'une articulation intacte est alors considérable.

Lambeaux locaux pour les pertes de substance pulpaire distale

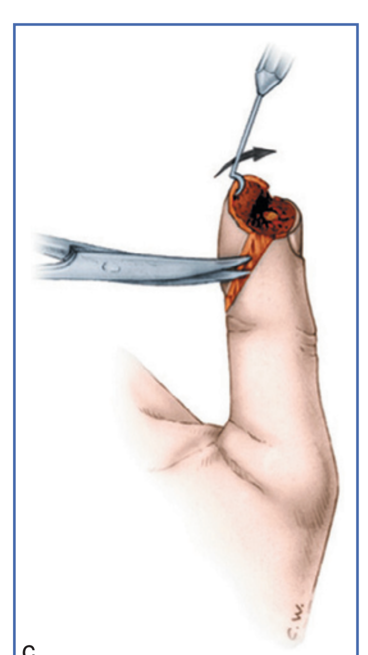
Il existe d'innombrables procédés de couverture pulpaire faisant appel à des lambeaux locaux. Aux procédés anciens utilisant des lambeaux de type *random-pattern*, se sont ajoutés les lambeaux en îlot à pédicule neurovasculaire. L'arsenal s'est encore enrichi plus récemment lors de la description d'îlots à pédicule distal, vascularisés *a contrario*. Il est impossible de réduire cette description à quelques procédés infaillibles et applicables dans tous les cas. Le chirurgien confronté à cette pathologie réputée « mineure » doit connaître toutes les solutions potentielles « raisonnables » afin de faire le meilleur choix… Entreront en ligne de compte lors du choix du lambeau, les conditions locales : doigts concernés, étendue et topographie du défect, mais aussi le contexte général, âge, sexe, profession, besoins fonctionnels.

Lambeau d'Atasoy

La première description d'un lambeau triangulaire destiné aux pertes de substance pulpaire est celle de Tranquilli-Leali [92]. Mais c'est Atasoy qui l'a popularisé [3].

Les figures 9.10 et 9.11 illustrent les principales étapes de dissection de ce type de lambeau. Certains points méritent d'être explicités :

- le lambeau pivote sur une charnière de tissu sous-cutané pulpaire ; l'apport vasculaire s'effectue à partir de l'arcade pulpaire par des branches pulpaires ascendantes ;
- pour obtenir l'avancement, la face profonde du lambeau doit être totalement libérée du périoste de la phalangette sous-jacente ; c'est au bistouri qu'on effectue cette libération en s'attachant à rester en profondeur au contact osseux de manière à éviter toute blessure de l'arcade pulpaire, elle-même profondément située ;
- latéralement et au niveau de la pointe du lambeau le bistouri doit sectionner les travées fibreuses qui restreignent la mobilité de l'îlot cutané ; la différence est bien perçue sous le bistouri entre les travées fibreuses rigides et les éléments vasculonerveux ;
- l'avancement est pérennisé par une aiguille intradermique transfixiant le lambeau et fichée dans la



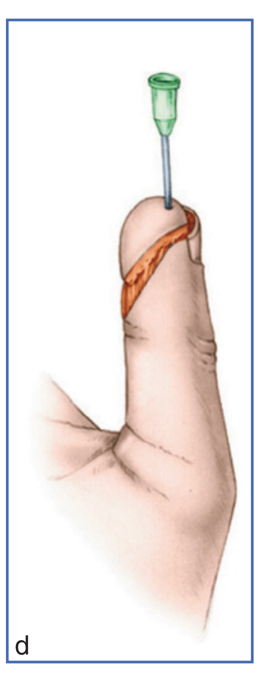


Figure 9.10

Lambeau d'Atasoy.
a. Dessin du lambeau.
b. Clivage de la face profonde.
c. Effondrement des cloisons fibreuses.
d. Fixation de l'avancement par une aiguille transosseuse.

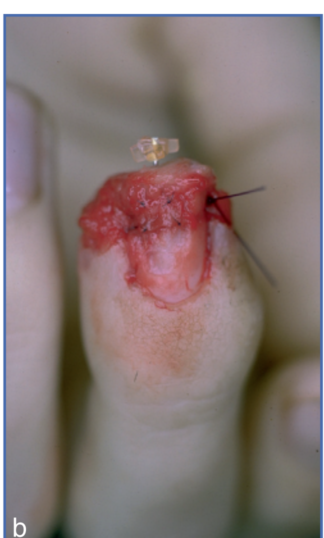


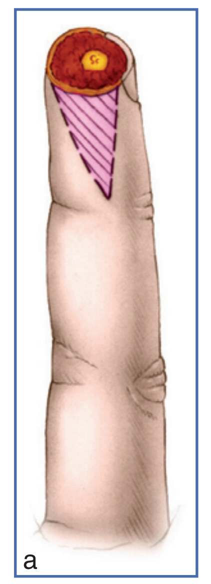
Figure 9.11

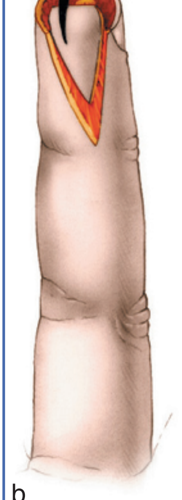
Lambeau d'Atasoy.
a. Perte de substance distance-pulpe et lit unguéal.
b. Lambeau d'Atasoy et greffe mince du lit unguéal.
c. Résultat.

phalangette ; aucune suture des berges du lambeau en V–Y n'est souhaitable ; elle risquerait de compromettre la vascularisation de l'îlot par effet de strangulation, et elle ne réduit pas le délai de cicatrisation ; de la même façon, il n'est pas souhaitable de suturer le bord distal du lambeau au bord libre de l'ongle au risque de favoriser une ébauche de repousse en griffe, déjà induite par le raccourcissement squelettique.

Lambeau de Kutler [52]

Proposé par cet auteur en 1937, le principe en est similaire puisqu'il s'agit de l'avancement de triangles cutanés sur une charnière de tissu sous-cutané pulpaire (figures 9.12 et 9.13).





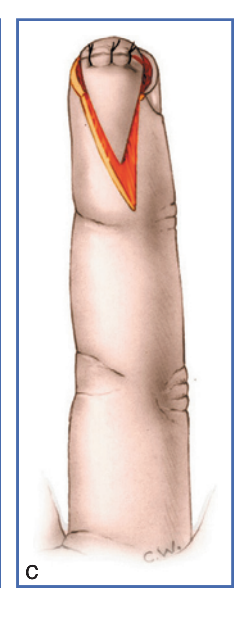


Figure 9.12

Lambeau de Kutler.
a. Tracé du lambeau.
b. Avancement sur une charnière du tissu sous-cutané pulpaire.
c. Adossement des deux lambeaux sur la ligne médiane.

Ici deux triangles latéraux sont utilisés qui viennent s'adosser sur la ligne médiane. Ces deux triangles sont suturés l'un à l'autre. Il faut là encore éviter toute suture de ces lambeaux au bord libre de l'ongle. En 1976, Segmuller propose de modifier ce lambeau en disséquant le pédicule neurovasculaire à l'aplomb de la pointe du triangle cutané, le transformant ainsi en un lambeau en îlot [83]. C'est un artifice que nous n'utilisons pas préférant, lorsque l'étendue et la topographie de la perte de substance l'exigent, avoir recours à un îlot pulpaire vrai (voir p. 124 et suivantes).

Le pouce, comparativement aux doigts longs, présente une pulpe latérale peu étoffée. Pour cette raison les lambeaux de Kutler doivent être réservés aux amputations des doigts longs. Une des indications est représentée par les amputations en zone 2 à biseau palmaire court ou à faible obliquité. L'obliquité du trait de section réduit la surface utile de pulpe proximale résiduelle et rend difficile l'usage d'un lambeau d'Atasoy.

Lambeau de Hueston

Décrit par cet auteur en 1966, c'est un lambeau quadrangulaire d'avancement-rotation délimité par une incision en L (figures 9.14 et 9.15) [46]. La branche verticale du « L » est à l'union des peaux palmaire et dorsale, la branche horizontale située dans un pli de flexion. La dissection abandonne en profondeur le premier pédicule rencontré (celui qui se

Figure 9.13

Lambeau de Kutler.
a. Perte de substance pulpaire initiale.
b. Avancement des deux lambeaux.
c. Résultat (3e semaine).

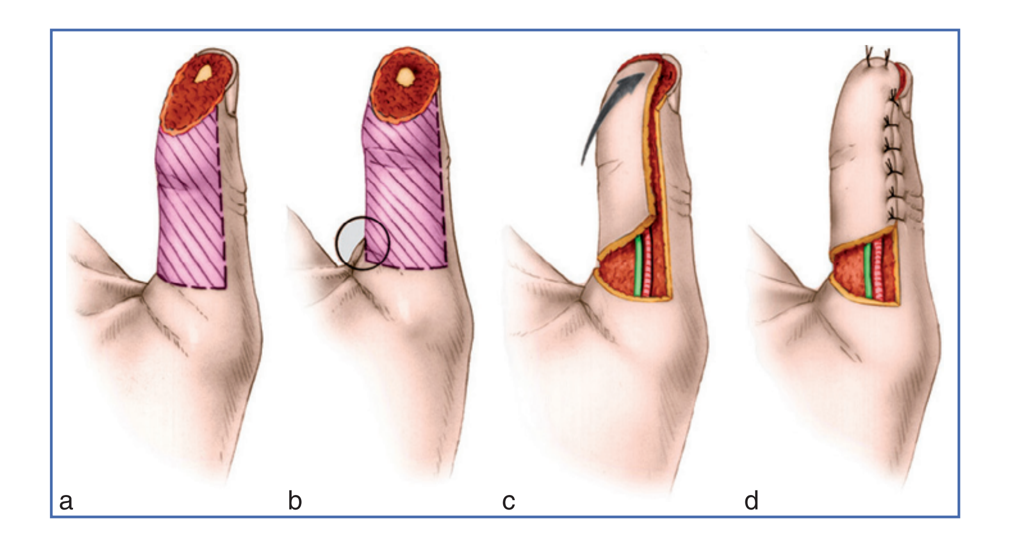


Figure 9.14

Lambeau de Hueston (pouce droit).
a. Tracé du lambeau.
b. Réalisation d'un *back-cut*.
c. Avancement-rotation, le premier pédicule rencontré est « abandonné » en profondeur.
d. Fixation de l'avancement.

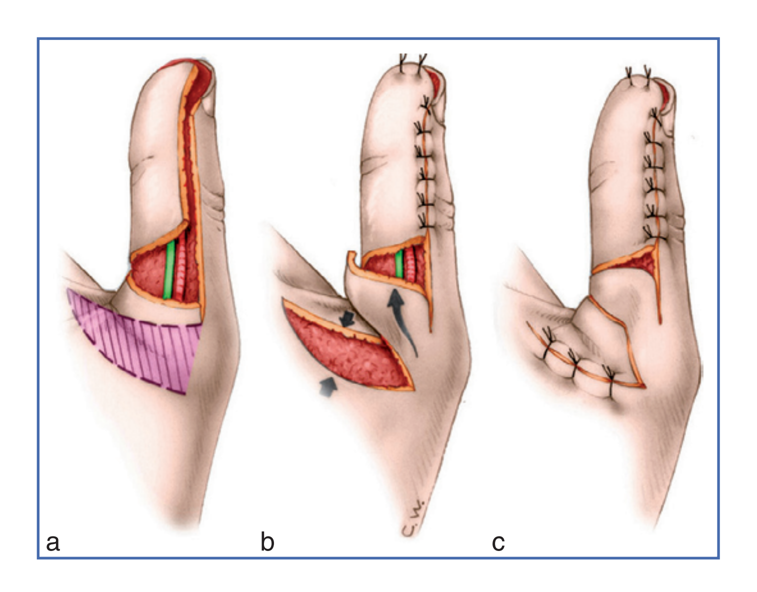


Figure 9.15

Artifice d'Argamaso (pouce gauche).
a. Tracé du lambeau triangulaire commissural.
b. « Échange » des lambeaux.
c. Aspect final.

situe du côté opposé à la charnière), mais inclut le second pédicule dans la charnière du lambeau.

La mobilisation résulte à la fois d'un avancement et d'une rotation. Le « gain » ainsi obtenu est supérieur à celui des petits lambeaux distaux précédents (Kutler ou Atasoy). Son inconvénient majeur tient au fait que la dissection sacrifie tous les rameaux nerveux issus du premier pédicule collatéral rencontré (côté opposé à la hampe). Ainsi l'angle du lambeau qui avance le plus, celui qui assure la couverture proprement dite du défect pulpaire, est aussi celui qui est le moins sensible.

Il est donc crucial lors de la dissection du lambeau de privilégier l'hémi-pulpe dominante sur le plan sensitif. Ainsi, pour le pouce l'incision longitudinale sera tracée du côté radial afin de préserver au mieux la sensibilité du côté cubital. L'inverse sera réalisé lorsque ce lambeau sera utilisé pour l'index. Une telle discussion quant au choix du côté de la charnière réduit considérablement l'usage de l'artifice

proposé par Argamaso [1] (voir figure 9.15). Cet auteur proposait l'usage d'un lambeau d'origine commissural pour couvrir le défect créé à la base du doigt par l'avancement du lambeau, lorsque ce lambeau est utilisé pour le pouce. Mais cet artifice suppose une charnière radiale au lambeau ce qui n'est pas souhaitable. En résumé, les avantages de ce type de lambeau sont la quantité de tissu disponible et les capacités d'avancement supérieur aux petits lambeaux type Kutler ou Atasoy. Cependant, les inconvénients sensitifs déjà mentionnés en réduisent l'usage. Dans notre pratique le lambeau de Hueston est ainsi concurrencé par les îlots pulpaires unipédiculés homodactyles pour les doigts longs et les plasties type O'Brien pour le pouce (voir p. 124). Les médiocres performances sensitives distales de ce lambeau sont toutefois remises en question. Foucher [33] retrouve une sensibilité distale de 7 mm (sensibilité discriminative statique aux deux points) sur 43 lambeaux de Hueston revus.

L'usage du lambeau de Hueston reste cependant irremplaçable pour le segment digital moyen comme nous le décrirons.

Lambeau de Venkataswami et Subramanian [98]

Ce lambeau représente la technique de transition entre les îlots vrais que nous présenterons plus loin et les lambeaux précédemment décrits. Il est réservé par ses auteurs aux amputations distales à biseau oblique. Son dessin est triangulaire. Par l'incision verticale, on procède à la dissection monobloc du pédicule jusqu'à l'isoler totalement. En revanche, l'incision oblique qui barre la face palmaire du doigt n'est utilisée que pour effondrer les septas fibreux qui amarrent le tissu palmaire à la gaine des fléchisseurs sous-jacente. L'avancement du lambeau sera asymétrique, plus important du côté vertical et par conséquent propice à la couverture de ces amputations à biseau oblique. Il n'y a qu'un pas entre ce lambeau et les îlots pulpaires vrais que nous décrirons ensuite (figure 9.16).

Les deux lambeaux dont la description suit sont réservés à la couverture des pertes de substance pulpaire du pouce. Ils ont en commun d'isoler totalement le plan palmaire du pouce supprimant de nécessité les branches dorsales des collatérales palmaires. Ceci n'est licite au niveau du pouce que parce que ce doigt dispose d'une autonomie vasculaire dorsale [51]. Appliquées sans restriction aux doigts longs ces techniques risquent d'être la source de nécroses cutanées dorsales [79, 84]. L'utilisation de tels lambeaux d'avancement des téguments palmaires reste toutefois possible à condition de ménager les éléments vasculaires à destinée dorsale lors de la dissection. Nous préférons contourner cette difficulté en réalisant pour les doigts longs des lambeaux unipédiculés [104].

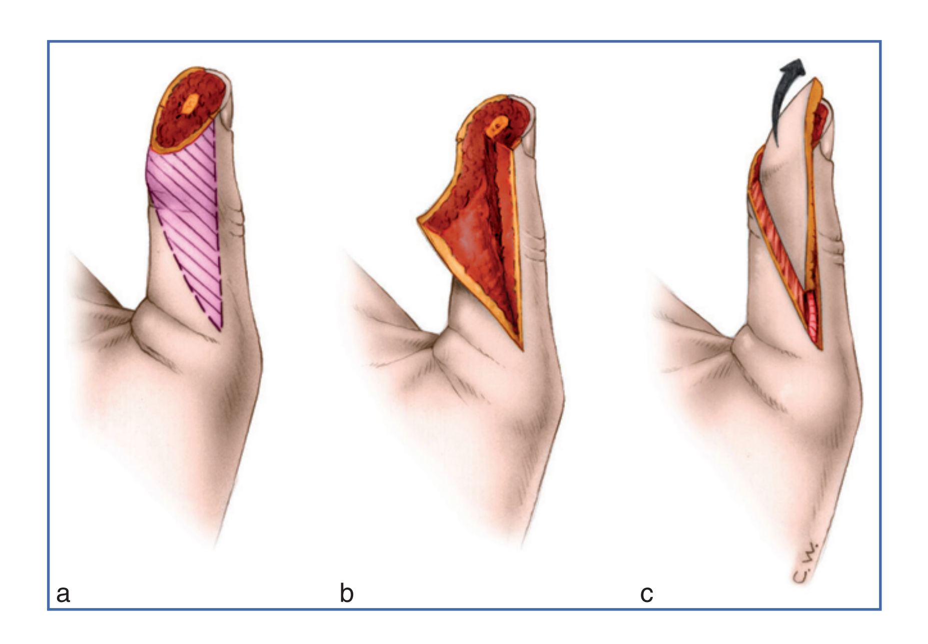


Figure 9.16

Lambeau de Venkataswami et Subramanian.
a. Tracé du lambeau.
b. Dissection de la face profonde.
c. Avancement après effondrement des septas fibreux sur le côté « oblique » du lambeau.

Lambeau de Möberg [63, 67]

Le principe de ce lambeau consiste à isoler totalement le plan palmaire proximal à la perte de substance par deux incisions médiolatérales. La valve palmaire est isolée du plan de la gaine des fléchisseurs qui doit être respectée. Toutes les ramifications à destinée dorsale issues des artères collatérales doivent être coagulées puis sectionnées (figures 9.17 et 9.18).

L'avancement obtenu résulte exclusivement de la mise en flexion de l'interphalangienne. Nous préférons ici encore fixer la partie distale du lambeau par une aiguille intradermique

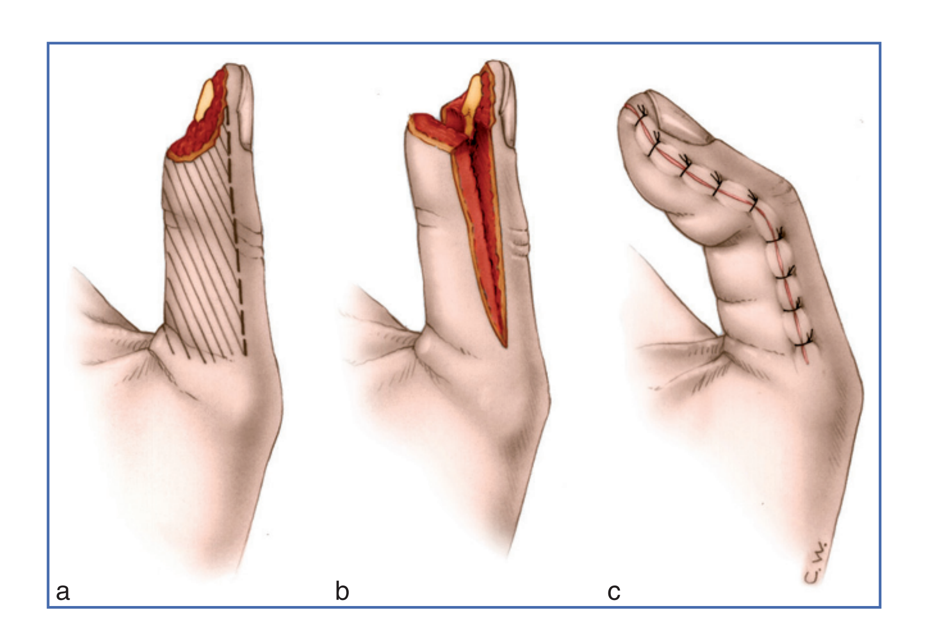


Figure 9.17

Lambeau de Möberg.
a. Tracé du lambeau.
b. Dissection de la face profonde, le lambeau est soulevé du plan de la gaine des fléchisseurs et inclut les deux pédicules collatéraux palmaires.
c. Avancement par mise en flexion de l'IP.

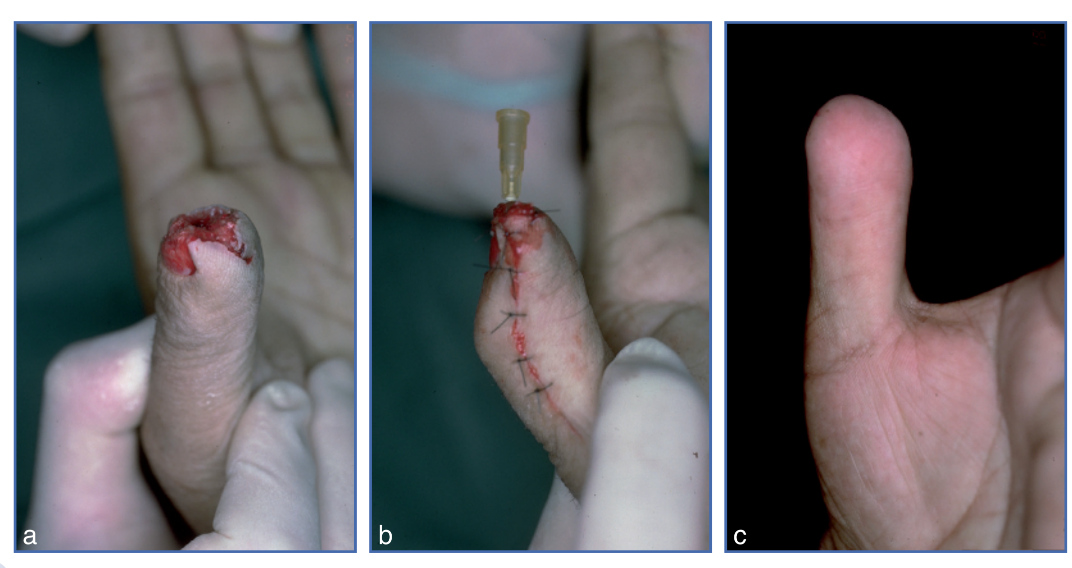


Figure 9.18

Lambeau de Möberg.
a. Perte de substance initiale.
b. Vue peropératoire.
c. Résultat à la quatrième semaine.

fichée dans la phalangette afin de ne pas ajouter au risque d'une repousse en griffe de l'ongle. Enfin, l'appareillage précoce par une orthèse dynamique d'extension est souhaitable afin de ne pas laisser s'installer un flexum définitif de l'interphalangienne. Ce lambeau reconstruit une pulpe de contours et de sensibilité correcte. Nous lui préférons la version plus évoluée que représente le lambeau d'O'Brien où l'avancement n'est plus obtenu par la seule mise en flexion de l'interphalangienne mais aussi par dissection pédiculaire.

Lambeau d'O'Brien [72]

Il dérive du précédent. Il s'agit en fait d'un lambeau en îlot sensible bipédiculé. La dissection isole le quadrilatère du lambeau du plan sous-jacent de la gaine du fléchisseur. Le choix de la limite proximale du lambeau est l'objet de discussions. En reportant loin en distal cette incision transversale, on dispose d'un lambeau de petite taille doté d'un long pédicule et capable d'un avancement conséquent. Cependant en taillant de tels lambeaux « timbre-poste », on crée une perte de substance qui, greffée, se situera en pleine zone d'appui palmaire lors des prises pollici-digitales. Nous préférons donc reporter en proximal cette incision qui se situera dans l'idéal au niveau d'un pli de flexion. L'avancement en est certes discrètement réduit mais l'on dispose ainsi d'une véritable unité fonctionnelle pulpaire. Deux incisions médiolatérales vont servir à disséquer de chaque côté le paquet du pédicule collatéral. Il ne nous semble pas souhaitable de pousser la dissection pédiculaire en proximal au-delà du niveau de la métacarpophalangienne. En effet, si l'anatomie vasculaire du pouce est constante au-delà du niveau des sésamoïdes, faite de deux artères collatérales palmaires, en revanche, l'origine de ces deux artères est éminemment variable [16, 24, 70]. Les variations dans le niveau d'origine de ces artères collatérales palmaires sont susceptibles de rendre dangereuse une dissection poussée plus loin en proximal. Comme dans tout lambeau en îlot dont l'axe est un pédicule collatéral palmaire, il faut ménager, lors de cette dissection, la graisse péri-pédiculaire, support du retour veineux. Ici l'avancement obtenu résulte non seulement de la mise en flexion de l'interphalangienne mais aussi de l'effet de la dissection pédiculaire. Nous n'hésitons pas, dans tous les cas, à couvrir d'emblée le site donneur résultant de l'avancement par une greffe de peau épaisse prélevée sur l'éminence hypothénar à la lame d'Andersen. Un bourdonnet n'est pas nécessaire pour obtenir la prise de ces greffes d'épaisseur « subtotale », il risquerait d'ailleurs de compromettre la vitalité du lambeau en comprimant les pédicules. Ce type de lambeau, en tenant compte des limites proximales de dissection que nous avons mentionnées, permet d'obtenir sans difficulté un avancement de l'ordre de 10 mm (figures 9.19 et 9.20).

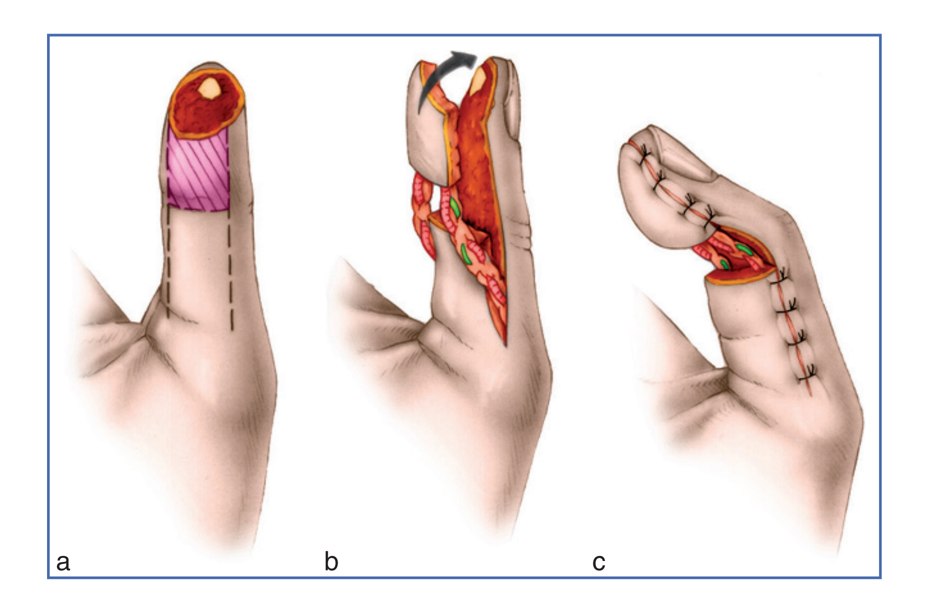


Figure 9.19

Lambeau d'O'Brien.
a. Dessin du lambeau.
b. Isolement en îlot.
c. Avancement résultant à la fois de la mise en flexion de l'IP et de l'effet de dissection pédiculaire.

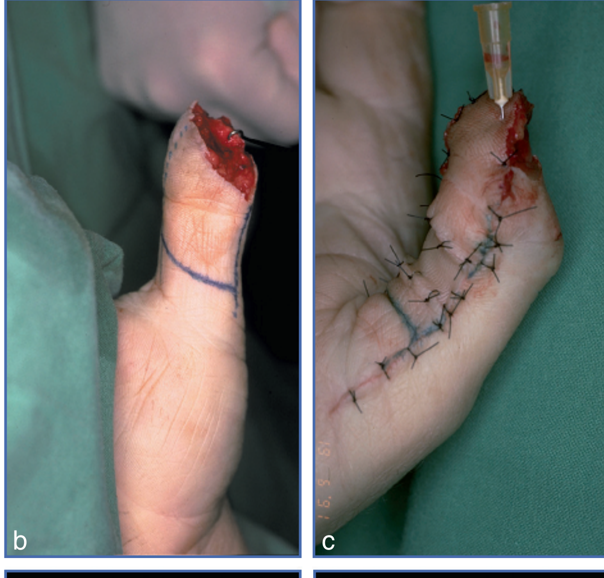


Figure 9.20

Lambeau d'O'Brien.
a. Perte de substance initiale, résultant d'un écrasement du pouce.
b. Tracé du lambeau. Notez l'asymétrie du tracé pour tenir compte de la topographie en sifflet latéral de la perte de substance.
c. Le lambeau en place. Greffe épaisse du site donneur.
d, e. Résultat.

Lambeau en îlot uni-pédiculé homodactyle

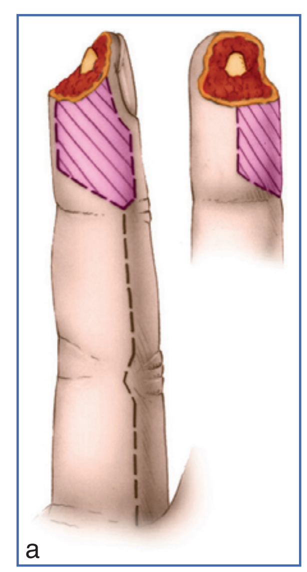
L'idée de transposer un îlot pulpaire sensible sur son pédicule vasculonerveux débute avec Littler [59] et Tubiana [95], mais ces auteurs utilisent ces îlots pulpaires sensibles dans leur forme hétérodactyles. Ce n'est que beaucoup plus tard que l'utilisation d'îlots pulpaires à destinée homodactyle s'est répandue. Joshi [47] fut sans doute l'un des premiers à proposer l'usage de tels îlots pulpaires unipédiculés homodactyles mais la technique qu'il proposait transférait un îlot taillé en partie sur la face dorsale du doigt et donc mécaniquement moins adapté à la reconstruction pulpaire et moins sensible. Il est préférable, en fait pour contourner ces inconvénients mécaniques et sensitifs, de transférer la peau palmaire immédiatement proximale à la perte de substance, en débordant peu ou pas du côté dorsal (figures 9.21 et 9.22).

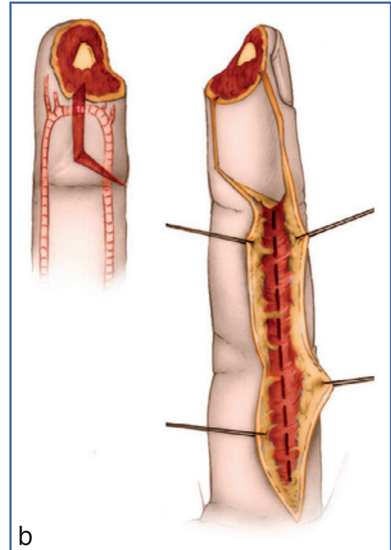
Sur le plan vasculaire, tous ces lambeaux doivent leur autonomie à l'artère collatérale palmaire. En revanche, la question de leur retour veineux a longtemps été débattue. Plusieurs auteurs dont Lucas [61] et Eaton [27] contestent l'existence d'un réseau de veines comitantes satellites des artères collatérales palmaires. D'autres reconnaissent l'existence de ces veines collatérales sans retrouver de réseau veineux profond continu jusqu'à la pulpe [55]. Une étude anatomique que nous avons réalisée nous a montré que ce réseau de veines comitantes n'était effectivement ni continu ni constant [19]. En son absence, le retour veineux d'un tel îlot pulpaire est probablement assuré conjointement par le réseau veinulaire superficiel et le réseau de veines adventitielles appartenant aux *vasa vasorum* de l'artère collatérale.

Lambeau pulpaire en îlot homodactyle

Plusieurs auteurs ont publié leurs résultats dans l'utilisation de ce type de lambeau [66, 69, 82]. Le choix du pédicule dépend de la topographie du défect pulpaire mais aussi de considérations anatomiques et fonctionnelles. Brunelli [9] conseille de privilégier comme site donneur le côté cubital de l'index et du médius et radial du quatrième et du cinquième doigt. Ce faisant, l'hémi-pulpe dominante du doigt est laissée intacte et on évite de se trouver confronté à des variations anatomiques (artère de très petit calibre voire inexistante) susceptibles d'être rencontrées au niveau de la collatérale radiale de l'index et cubitale du cinquième doigt (figures 9.21 et 9.22).

Le tracé du lambeau est fonction du défect à couvrir. On opte généralement pour un tracé rectangulaire simple même si certains auteurs ont proposé des tracés plus compliqués





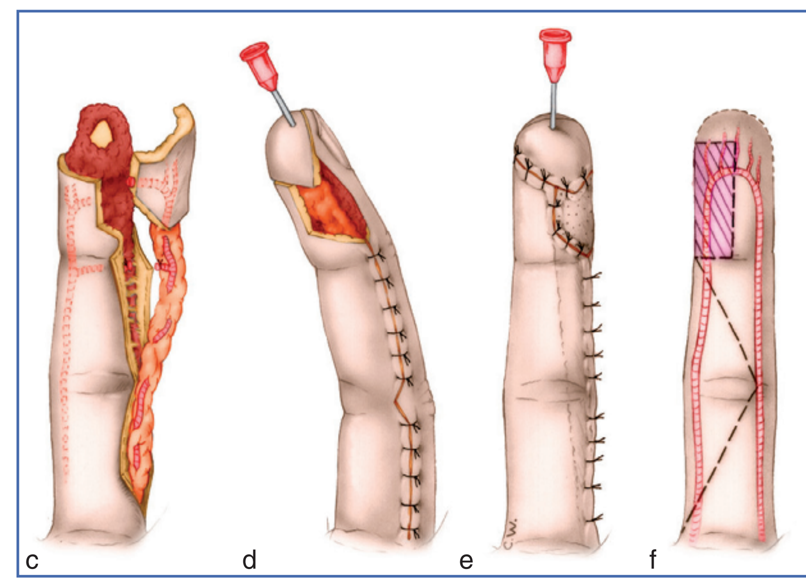


Figure 9.21

Lambeau pulpaire en îlot homodactyle.
a. Tracé du lambeau.
b. Abord pédiculaire.
c. Isolement en îlot. 1. Arcade anastomotique d'Edwards.
d. Avancement.
e. Couverture par greffe du site donneur. 2. Médialisation du pédicule.
f. Justification anatomique de l'abord médiolatéral.

[29]. Si nécessaire, selon le défect à couvrir, le lambeau peut dépasser la ligne médiane à la face palmaire et la ligne médiolatérale pour inclure une frange de peau dorsale.

L'incision pour dissection du pédicule doit résolument être médiolatérale. L'usage d'une incision de type Brünner expose à un risque de souffrance ischémique de la pointe des lambeaux triangulaires. En effet, au terme de la dissection, le doigt est tributaire d'une seule artère collatérale, l'autre alimentant exclusivement l'îlot cutané (figure 9.21).

L'îlot cutané est libéré en profondeur de la gaine du fléchisseur. Lors de la section du côté médial du lambeau, il convient de réaliser l'hémostase minutieuse de l'arcade artérielle pulpaire.

La dissection du pédicule s'effectue pas à pas en conservant l'ambiance graisseuse péri-pédiculaire qui participera au retour veineux. Cette dissection peut être menée en proximal jusqu'au niveau commissural. Il est souhaitable, lorsque l'avancement requis nécessite une telle dissection proximale, de ménager la branche à destinée dorsale issue du nerf collatéral palmaire. L'hémostase tout au long de cette dissection du pédicule doit être minutieuse, coagulant électivement tous les rameaux vasculaires issus de l'artère collatérale. En particulier, chacune des deux arcades anastomotiques d'Edwards, au voisinage de la métaphyse distale de P1 et de P2 doit être repérée et coagulée. L'avancement obtenu résulte à la fois de l'effet de dissection pédiculaire et de la mise en flexion des interphalangiennes.

Le site donneur est greffé en utilisant une peau d'épaisseur subtotale prélevée sur l'éminence hypothénar.

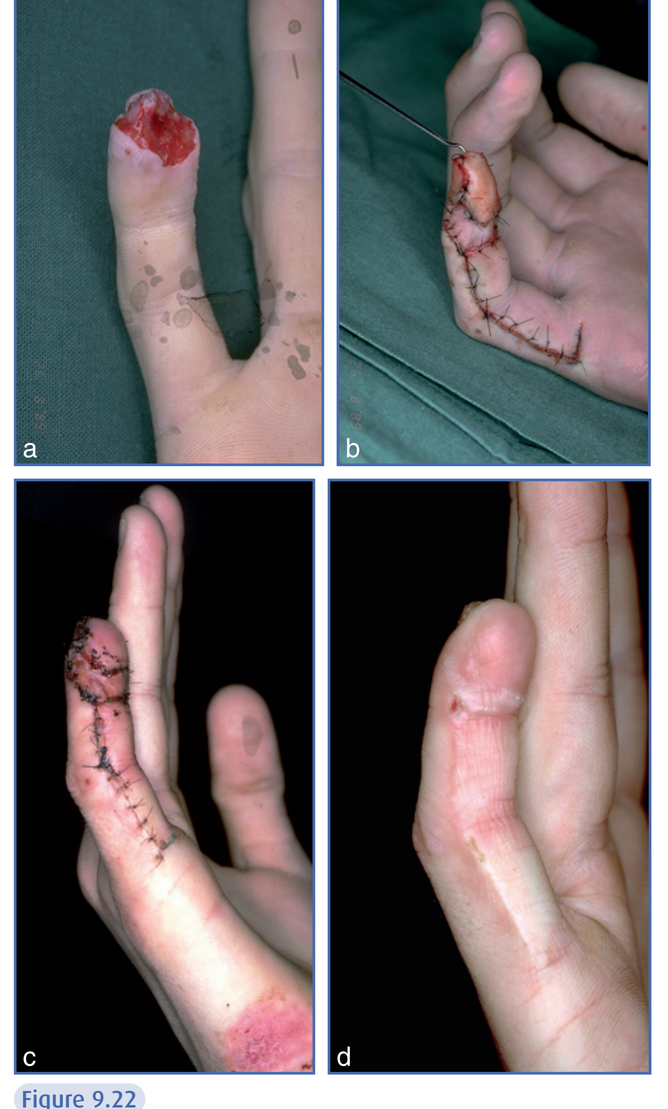


Figure 9.22

Lambeau pulpaire en îlot homodactyle.
a. Perte de substance initiale, pulpe du 5e doigt.
b. Vue peropératoire, la greffe est en place sur le site donneur.
c. Entretien immédiat de la mobilité active des interphalangiennes.
d. Résultat.

Au lâcher de garrot s'installe le plus souvent une hyperhémie de l'îlot cutané qui reçoit la totalité du flux de l'artère collatérale. Celle-ci est transitoire et régresse en quelques jours. Il n'est pas rare d'observer également une hypersensibilité localisée à la zone de l'îlot cutané transposé. Elle aussi régressera, au prix parfois d'une désensibilisation.

Une attelle plâtrée est mise en place au terme du pansement, pour limiter toute extension intempestive des interphalangiennes. Dès le 10e jour post-opératoire, elle doit être remplacée par une orthèse dynamique d'extension afin de combattre le flexum de l'interphalangienne qui reste la complication à redouter. La mobilisation en flexion est encouragée dès les premiers jours post-opératoires.

Parmi les techniques de reconstruction pulpaire faisant appel au doigt blessé lui-même, ce lambeau est celui disposant des plus grandes capacités d'avancement (jusqu'à 15 mm). Le tissu transposé satisfait tant sur le plan mécanique que sensitif aux impératifs de la reconstruction pulpaire. Il représente donc notre premier choix chaque fois que le défect est trop étendu pour l'usage des « petits lambeaux » (Atasoy-Kutler). Deux restrictions à son usage doivent toutefois être formulées. D'une part, il exige l'intégrité des deux axes collatéraux palmaires dont il est bon de s'assurer par un test d'Allen digital ; d'autre part, ce lambeau est incapable à lui seul de réaliser le resurfaçage de défects pulpaires très étendus (perte de substance pulpaire totale ou subtotale).

Lambeau pulpaire en îlot dorsolatéral homodactyles (Joshi et Pho)

Il s'agit en fait d'une variante du lambeau précédant dont il diffère simplement par le siège du prélèvement de l'îlot cutané. Ce lambeau a été décrit pour les doigts longs par Joshi [47], puis appliqué au pouce par Pho [74]. Dans ce type de lambeau, le prélèvement déborde largement sur la face dorsale vers la ligne médiane. C'est donc la peau dorsolatérale qui est transférée ; l'avancement procède à la fois de la dissection pédiculaire et d'un effet de rotation, de sorte que la partie la plus dorsale du lambeau se retrouve en situation distale. Compte tenu de cet effet de rotation, l'avancement est plus facile à obtenir et nécessite moins de flexion des interphalangiennes. De plus, l'adjonction de la peau dorsale à la surface utile du lambeau lui confère une dimension maximale supérieure et l'autorise à couvrir des défects pulpaires plus étendus. Un certain nombre de restrictions doivent cependant être formulées concernant l'usage de ce lambeau (figure 9.23) :

- la peau dorsale est d'épaisseur moindre que la pulpe proximale et, à ce titre, moins bien adaptée à la reconstruction pulpaire ;
- cet îlot n'a d'intérêt pour la reconstruction pulpaire que s'il s'agit d'un îlot sensible : or, en ce qui concerne le pouce, la présence des rameaux à destinée dorsale issus des collatéraux palmaires est très controversée ; pour Wallace et Coupland [103], cette participation des nerfs palmaires du pouce à l'innervation dorsale distale est inexistante. Pho [74] la considère comme constante, représentant la base anatomique de son lambeau. Sur cinq cas, il rapporte des discriminations aux deux points variant entre 6 et 9 mm.

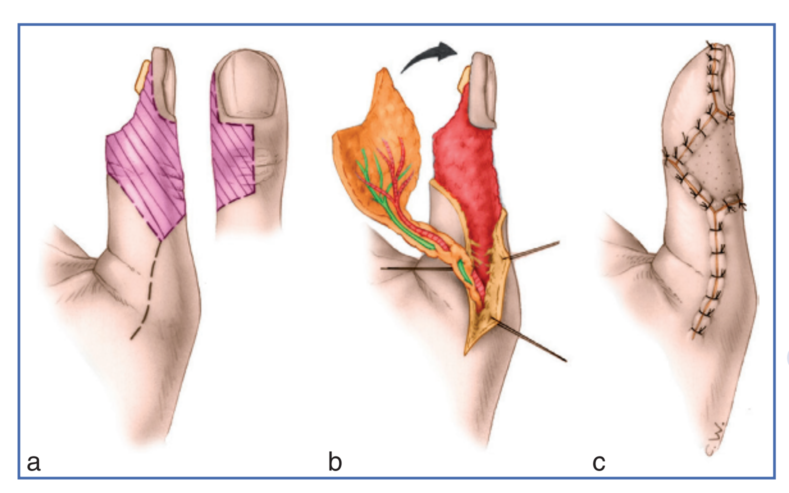


Figure 9.23

Lambeau du Joshi et Pho.
a. Dessin du lambeau.
b. Dissection de l'îlot.
c. Avancement et greffe du site donneur.

Dans notre pratique la place de tels lambeaux dorsolatéraux est limitée :

- pour les doigts longs : aux cas de larges pertes de substance pulpaire sous forme de scalps palmaires étendus lorsque les capacités d'un îlot « standard » sont dépassées et qu'il n'y a pas d'indication à un geste plus sophistiqué ;
- pour le pouce : pour de vastes pertes de substance pulpaire à biseau palmaire, lorsqu'il existe une contre-indication à un transfert pulpaire…

Plastie d'échange pulpaire

Ce lambeau est en fait une variante de l'îlot pulpaire homodactyle. En cas de perte de substance concernant une hémi-pulpe dominante d'un doigt long (hémi-pulpe radiale de l'index et du troisième doigt, hémi-pulpe cubitale du cinquième doigt), il peut être envisagé de translater l'hémi-pulpe mineure adjacente sous forme d'un îlot sensible. Dans la mesure où il s'agit d'une translation et non plus d'un avancement, une dissection pédiculaire limitée suffit. Le site donneur est greffé en utilisant une greffe épaisse ou de peau totale. Une telle reconstruction aboutit toutefois à une extrémité digitale effilée, manquant d'épaisseur sur son versant mineur. Le résultat esthétique est de ce fait lui-même souvent médiocre. Ces plasties d'échanges ne sont indiquées que pour des pertes de substance en biseau latéral d'étendue limitée et concernant une hémi-pulpe dominante. Pour des défects plus étendus, le recours à un transfert pulpaire libre à partir d'orteil pourra se concevoir, si l'âge du sujet laisse espérer un résultat sensitif utile. En chirurgie réglée, de telles plasties d'échange pulpaire ont été proposées dans le cadre du traitement de névromes douloureux des nerfs collatéraux palmaires (figures 9.24 et 9.25) [38].

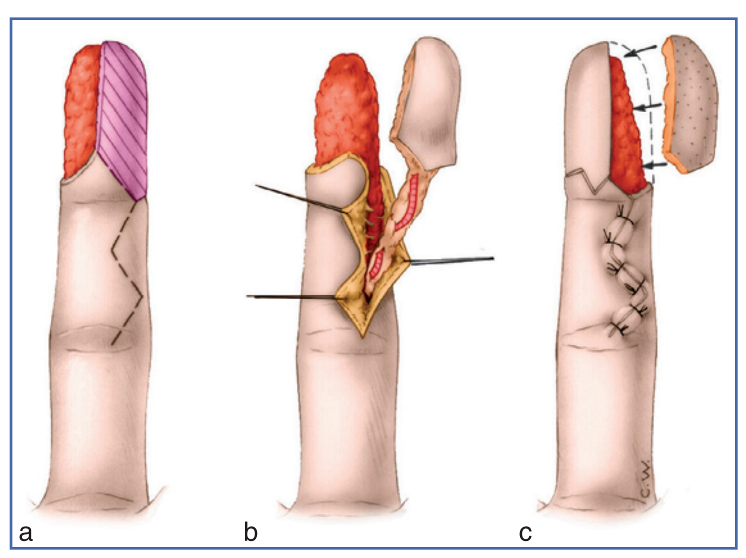


Figure 9.24

Plastie d'échange pulpaire.
a. Dessin du lambeau.
b. Dissection de l'îlot.
c. Greffe en peau totale du site donneur.

Figure 9.25

Plastie d'échange pulpaire.
a, b. Perte de substance du bord cubital du 5e doigt.
c, d. Résultat après plastie d'échange pulpaire (transfert en îlot de l'hémi-pulpe radiale).

Lambeaux digitaux palmaires homodactyles en îlot *a contrario*

Les deux artères collatérales palmaires sont unies entre elles par trois arcades anastomotiques constantes mentionnées par la plupart des auteurs [28, 91]. Ce sont ces arcades anastomotiques qui permettent à l'une des deux artères d'assurer à elle seule la survie de l'ensemble du doigt. L'utilisation de ces arcades anastomotiques pour la réalisation de lambeaux cutanés en îlot *a contrario* a été proposée par plusieurs auteurs soit sous forme non sensible [54], soit sous forme d'un lambeau « resensibilisé ». Outre l'arcade pulpaire distale que nous avons déjà décrite (voir le paragraphe sur l'anatomie pulpaire), il existe une arcade proximale située au voisinage du col de la première phalange et une arcade moyenne en regard du col de la deuxième phalange. De ces arcades sont issues des branches artérielles à destinée tendineuse et ostéoarticulaire. C'est à la deuxième arcade (arcade moyenne) qu'il appartiendra d'assurer la vascularisation de ces îlots à contre-courant.

Îlot cutané en îlot a contrario resensibilisé

Pour une perte de substance pulpaire, le lambeau est taillé sur la face palmaire de la première phalange. Il est soulevé en le clivant de la gaine des fléchisseurs. Une incision médiolatérale proximale autorise la dissection du nerf collatéral sous-jacent. Après avoir repéré au niveau du défect pulpaire la longueur nécessaire de nerf collatéral, celui-ci est sectionné dans la paume, laissant un moignon de nerf collatéral environné de tissu graisseux palmaire et donc théoriquement à l'abri des névromes. L'artère collatérale palmaire est elle-même sectionnée entre deux ligatures au niveau du bord proximal de l'îlot cutané (figures 9.26 et 9.27).

La dissection se poursuit alors de proximal en distal individualisant le pédicule. Comme dans tout îlot digital, cette dissection passe au large des éléments pédiculaires, de manière à ménager le tissu graisseux péri-pédiculaire, support du retour veineux. Cette dissection s'arrête avant d'atteindre le col de la deuxième phalange afin d'être sûr de ménager l'arcade anastomotique qui va alimenter le lambeau à contre-courant. L'arc de rotation obtenu suffit alors pour amener le lambeau au niveau du site receveur. Une suture microchirurgicale est à ce stade réalisée entre l'extrémité distale du nerf collatéral sain controlatéral et le nerf du lambeau. Le lambeau lui-même est suturé à points lâches au niveau de la perte de substance puis le site donneur en P1 est greffé en utilisant une greffe de peau totale.

Ce lambeau présente plusieurs avantages, dont celui de disposer d'un arc de rotation bien supérieur à celui de l'îlot à pédicule direct précédemment décrit. Il est donc possible de l'utiliser pour couvrir des pertes de substance pulpaire plus étendues. L'absence de mise en flexion des interphalangiennes évite également ici tout flexum post-opératoire. Sa réalisation suppose l'intégrité des deux axes collatéraux palmaires ainsi que du système des arcades anastomotiques.

Cet îlot *a contrario* se resensibilise secondairement sous l'effet de la repousse nerveuse à travers l'anastomose

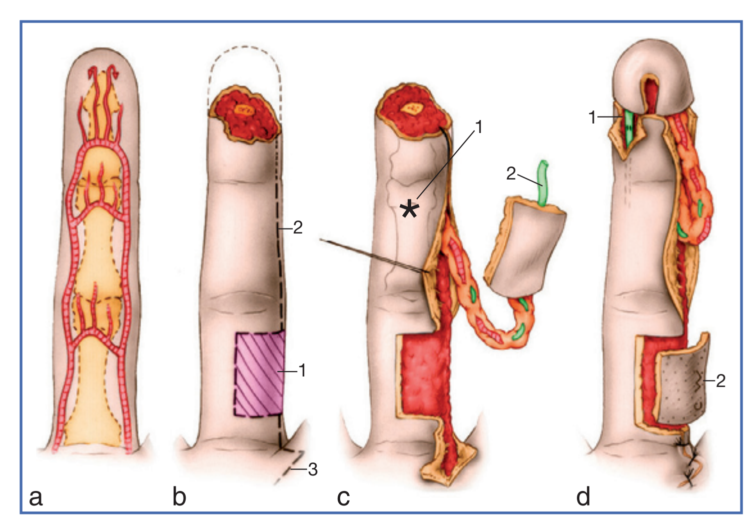


Figure 9.26

Lambeau en îlot *a contrario* resensibilisé.
a. Disposition des arcades anastomotiques.
b. Tracé du lambeau. 1. Îlot cutané. 2. Incision médiolatérale. 3. Incision palmaire pour la dissection du nerf.
c. Isolement de l'îlot cutané. 1. Point limite de rotation. 2. Nerf collatéral palmaire.
d. Agencement du lambeau. 1. Rebranchement du nerf collatéral. 2. Greffe de peau.

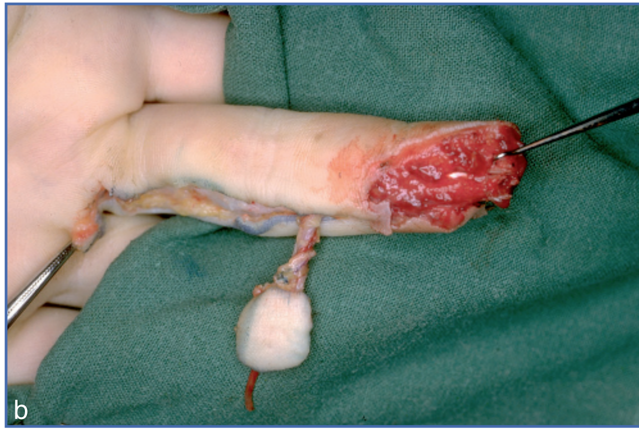


Figure 9.27

Lambeau en îlot *a contrario* resensibilisé.
a. Large défect pulpaire du 3^e^ et du 4^e^ doigt. L'étendue de la perte de substance et son orientation oblique palmaire rendent irréalisable un lambeau en îlot direct.
b. Dissection de l'îlot *a contrario*. Le point pivot se situe à hauteur du col de la deuxième phalange. L'extrémité du nerf collatéral ulnaire du quatre a été sectionnée 1 cm en amont du bord proximal de l'îlot pour faciliter le temps de suture avec le nerf collatéral controlatéral.
c. Résultat obtenu. Le surplomb pulpaire a été reconstitué. L'ongle ne s'incurve pas car la longueur squelettique était préservée.

microchirurgicale qui a été réalisée. Ses performances sensitives seront donc en retrait relativement aux résultats discriminatifs obtenus par un lambeau à pédicule direct. Toutefois, la distance à parcourir entre le front de suture et les terminaux sensitifs est courte, permettant le plus souvent d'obtenir un résultat utile. Qui plus est, cette suture met à l'abri de toute manifestation névromateuse concernant le collatéral controlatéral.

Sur le plan mécanique, le tissu palmaire prélevé en P1 est un compromis acceptable pour une reconstruction

pulpaire, moins bon que la pulpe proximale à la perte de substance que prélève un îlot à pédicule direct, meilleur que la peau dorsale d'un îlot dorsolatéral.

Le sacrifice de l'artère et du nerf collatéral inclus dans le pédicule est l'inconvénient incontournable de ce type de lambeau. Un tel sacrifice peut être justifié pour une pulpe. Nous verrons plus loin que ce même sacrifice ne nous paraît plus défendable lorsque ce même lambeau est proposé pour la reconstruction des pertes de substance dorsale. Plus récemment, une modification a été proposée, visant à éviter ce sacrifice du nerf collatéral palmaire. Hirase *et al.* [43] proposent de reporter le prélèvement cutané à la face dorsale de la phalange moyenne et de resensibiliser le lambeau en utilisant la branche sensitive à destinée dorsale du nerf collatéral palmaire, ce dernier étant préservé lors de la dissection. Ces auteurs rapportent une discrimination dynamique inférieure à 5 mm avec ce type de technique.

Quelle qu'en soit la forme, les indications de ce type de lambeau sont représentées par les pertes de substance pulpaire étendues, symétriques (c'est-à-dire ne ménageant pas l'intégrité d'une des deux hémi-pulpes), dépassant les capacités d'avancement d'un lambeau à pédicule direct.

Dans de telles circonstances, la discussion doit départager ces lambeaux *a contrario* d'un transfert libre partiel d'orteil.

Sur le plan sensitif ces deux solutions techniques ont en commun les aléas de la repousse nerveuse. La balance penchera en faveur de ces îlots *a contrario* lorsqu'il s'agit d'un patient âgé, désireux d'une solution rapide en pratique ambulatoire, surtout s'il s'agit d'un doigt sans prééminence fonctionnelle (3e et 4e doigts).

Îlot cutané a contrario non sensible [42, 54]

Il s'agit de la version simplifiée de ce même îlot cutané *a contrario*. Le nerf est abandonné *in situ* et seule l'artère, et son ambiance graisseuse, est incluse dans le pédicule. La dissection du pédicule est probablement plus délicate que dans la version précédente, car le nerf doit être abandonné *in situ*, mais suffisamment de tissu graisseux doit être conservé au contact de l'artère collatérale, pour être sûr d'inclure un système de retour veineux (figure 9.28).

Par définition, ce lambeau est dépourvu de toute innervation sensitive et sa resensibilisation ne peut survenir que par neurotisation de contiguïté, à partir de son sous-sol. Nos habitudes en matière de reconstruction pulpaire nous ont conduits initialement à condamner ce lambeau en raison de cette insensibilité première. Toutefois plusieurs publications semblent confirmer que même dans cette version initialement insensible, une neurotisation de contiguïté est à même d'apporter un résultat final utile, restant toutefois en deçà des résultats des lambeaux resensibilisés [53]. Ceci nous a incité à utiliser ce lambeau en pratique clinique. Au moins chez l'enfant, nos propres résultats confirment ceux de la littérature [18], établissant le retour d'une authentique sensibilité discriminative au niveau de l'aire du lambeau. Chez l'adulte nous réservons ce lambeau à la reconstruction de pulpes non dominantes.

Lambeau dorsocubital du pouce

Les lambeaux précédents sont réservés à la couverture pulpaire des doigts longs. Au niveau du pouce, les caractéristiques de la vascularisation dorsale autorisent la dissection d'îlots *a contrario* sans sacrifice sur le réseau palmaire (figure 9.29).

Bases anatomiques

Les bases anatomiques et les principes de dissection de ce lambeau ont été étudiés par F. Brunelli [8]. Si l'autonomie vasculaire du pouce dorsal, comparativement aux doigts longs était déjà connue [5], en revanche, le mode de terminaison des artères dorsales avait fait l'objet de peu de publication antérieure (figure 9.28a). De ce travail il résulte que trois structures vasculaires sont constantes au niveau du pouce dorsal :

- une arcade dorsale anastomotique dorsale, dite de la « matrice unguéale », qui se situe en moyenne à 0,7 cm du sillon unguéal proximal ;
- un système anastomotique unissant le réseau artériel dorsal au réseau palmaire, situé au voisinage du col de la première phalange ;
- un axe artériel « dorsocubital », connecté aux deux systèmes anastomotiques précédant situé à 1,4 cm en moyenne de l'axe médian du pouce dorsal. Cette ligne repère également le trajet du rameau sensitif correspondant du nerf radial.

Technique chirurgicale, dissection du lambeau dorsocubital pour la couverture d'une perte de substance pulpaire du pouce

Les repères qui viennent d'être mentionnés sont tracés sur la peau. Le lambeau cutané lui-même est tracé en regard de l'articulation MP, sur son versant dorsocubital. La dissection va s'effectuer de manière rétrograde, soulevant d'abord la palette cutanée. Au bord proximal de cette palette cutanée, on individualise le rameau sensitif du nerf radial qui est disséqué sur une distance supplémentaire de 1 à 2 cm, pour faciliter le rebranchement ultérieur. Lors de l'incision du

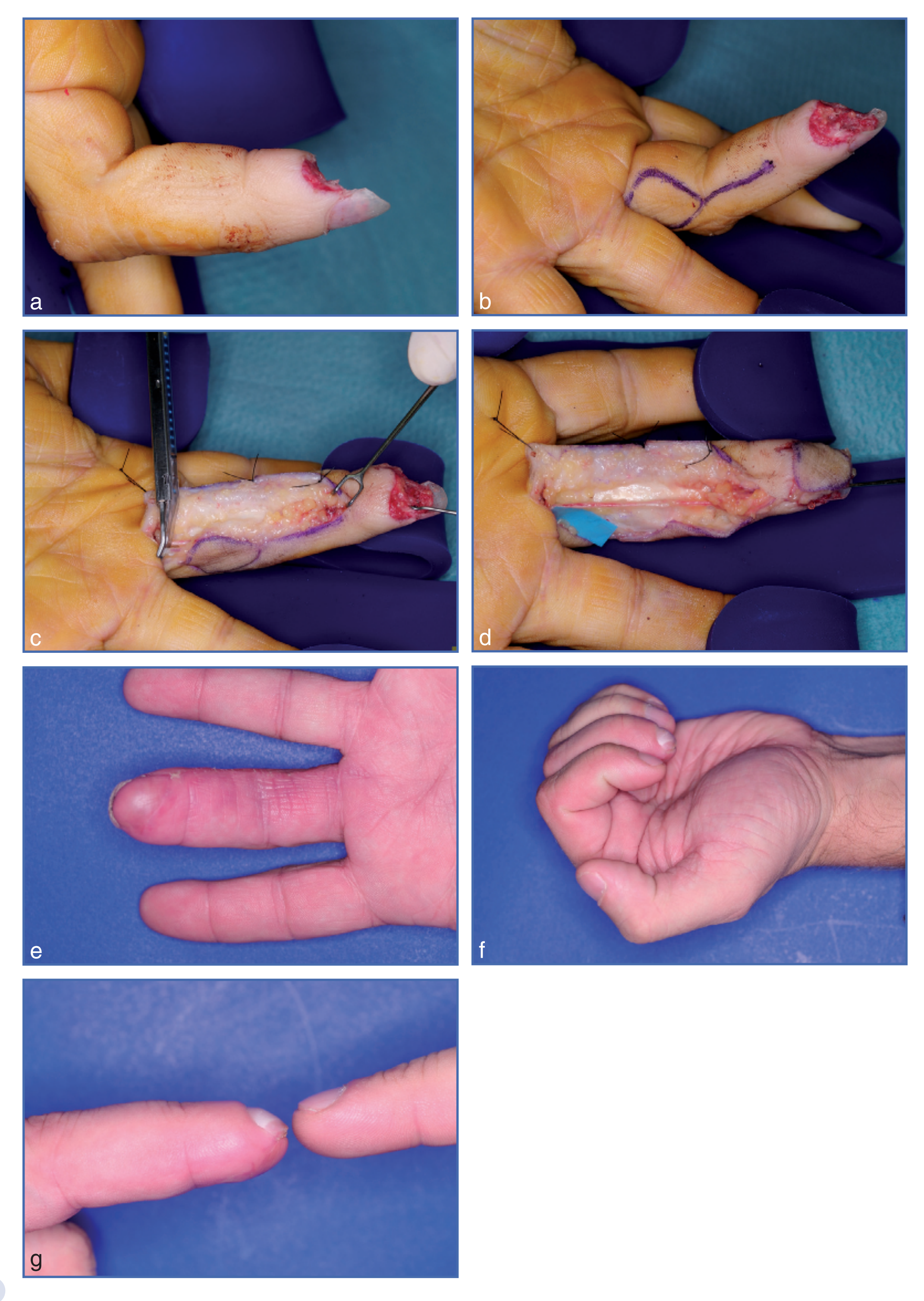


Figure 9.28

Lambeau en îlot *a contrario* dans sa variante « non resensibilisé ».

a. Défect pulpaire par écrasement du 4[e] doigt.

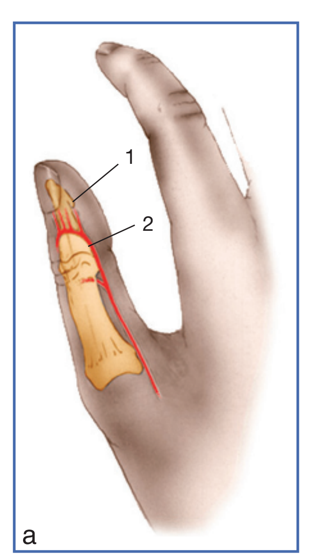
b. Tracé des incisions pour le prélèvement d'un îlot *a contrario* sur le bord latéral ulnaire du quatrième doigt.

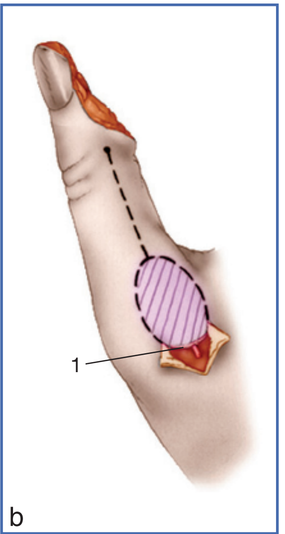
c. L'artère collatérale ulnaire du quatre est clippée en amont du bord proximal du lambeau.

d. Le lambeau en place sur le site receveur. Le point pivot se situe à hauteur de l'arcade anastomotique d'Edwards au col de la deuxième phalange.

e, f. Résultat morphologique après un mois.

g. Résultat final sur l'ongle. La couverture par lambeau ne suffit pas à éviter la déformation en incurvation unguéale, liée au raccourcissement squelettique sur P3.





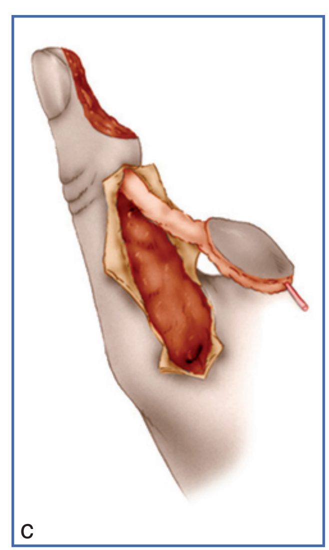


Figure 9.29

Lambeau dorsocubital en îlot pour la couverture pulpaire du pouce.

a. Repères anatomiques pour la dissection du lambeau dorsocubital. 1 : arcade anastomotique dite de la « matrice unguéale » ; 2 : axe artériel dorsocubital. La distance moyenne entre l'axe artériel dorsocubital et l'axe médian du pouce est de 1,4 cm. L'arcade de la matrice unguéale se projette 0,7 cm en amont du sillon unguéal proximal.
b. Tracé des repères et dissection proximale du rameau sensitif du nerf radial (1).
c. Dissection rétrograde de l'îlot.
d. Suture *in situ*. La zone correspondant à la plicature du pédicule est laissée à la cicatrisation dirigée.

bord proximal du lambeau, Brunelli recommande de rester très superficiel, ménageant le tissu cellulaire sous-cutané et les éléments vasculaires qu'il contient [5]. La dissection se poursuit par l'incision dorsolatérale distale, destinée à la dissection du pédicule. Là encore, cette incision doit rester très superficielle, soulevant simplement deux lambeaux épidermiques. Le pédicule est alors levé en monobloc, sans chercher à en voir les éléments constitutifs. La dissection se poursuit, jusqu'à s'arrêter en un point de rotation dont le siège est variable. Lorsque c'est nécessaire (perte de substance pulpaire, pouce gardant l'intégrité de sa longueur), le lambeau peut être alimenté par la seule arcade anastomotique de la matrice. Dans ce cas, la dissection doit s'arrêter à un centimètre du sillon unguéal proximal. Si un arc de rotation plus limité suffit (couverture d'un moignon d'amputation, pouce raccourci), la dissection peut s'interrompre au niveau du col de la première phalange, conservant ainsi l'intégrité des deux systèmes anastomotiques. Une fois effectuée cette dissection pédiculaire le lambeau pivote de 180° pour rejoindre le site receveur pulpaire. L'incision dorsolatérale distale est laissée à la cicatrisation dirigée. L'extrémité proximale du rameau sensitif du nerf radial est anastomosée à l'extrémité distale du nerf collatéral radial du pouce (figure 9.30).

Résultats et indications

Ce lambeau ne peut probablement pas rivaliser avec les transferts partiels pulpaires à partir d'orteil. Ses qualités mécaniques sont en retrait, puisque les téguments transférés sont d'origine dorsale. De même, sur le plan sensitif, le site donneur dépend du nerf radial et les capacités locales de discrimination sont moindres qu'en région pulpaire. En revanche, l'avantage princeps de ce lambeau réside dans son arc de rotation qui le rend utilisable pour la couverture de pertes de substance pulpaire dépassant les capacités des lambeaux de Möberg ou d'O'Brien. Il devient alors une alternative à la microchirurgie lorsque l'âge, le terrain ou les desiderata du patient contre-indiquent ce type de solution.

Lambeau pulpaire en îlot hétérodactyle

Les lambeaux pulpaires en îlots à destinée hétérodigitale ont été les premiers à être décrits [60, 95, 96]. La morbidité inhérente au prélèvement et les problèmes de réorientation

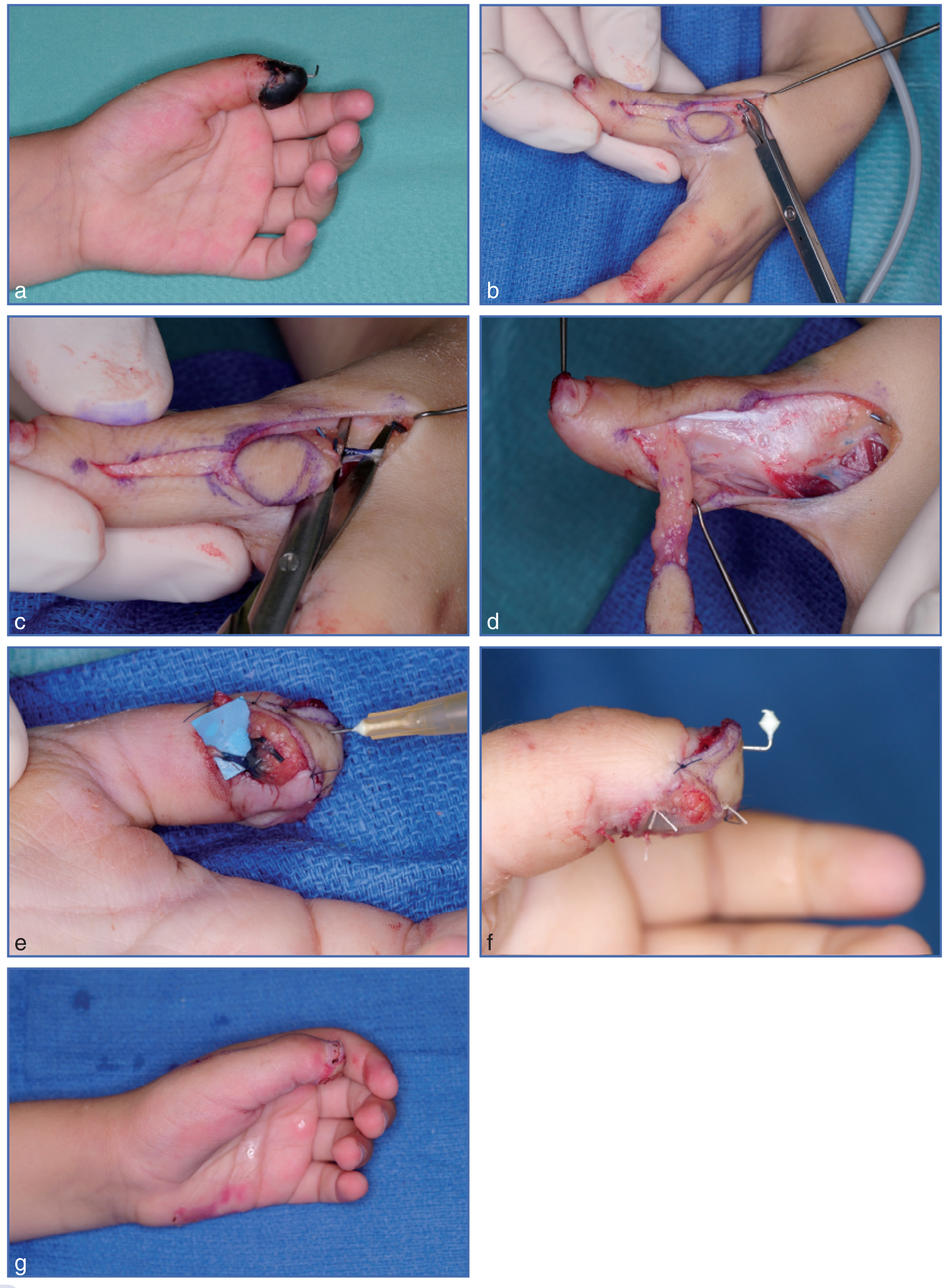


Figure 9.30

Lambeau dorsocubital en îlot pour la couverture pulpaire du pouce.
a. Nécrose pulpaire distale après replantation microchirurgicale.
b. Tracé d'un îlot de Brunelli. Hémostase du réseau veineux superficiel au bord proximal du lambeau.
c. Dissection de la branche nerveuse sensitive du nerf radial.
d. Le point pivot du lambeau est au col de la première phalange.
e. Suture entre le nerf collatéral radial du pouce et la branche sensitive du nerf radial pour assurer la resensibilisation du lambeau.
f. Le lambeau en place assure la couverture de la tranche de section osseuse.
g. Résultat à trois semaines, après cicatrisation.

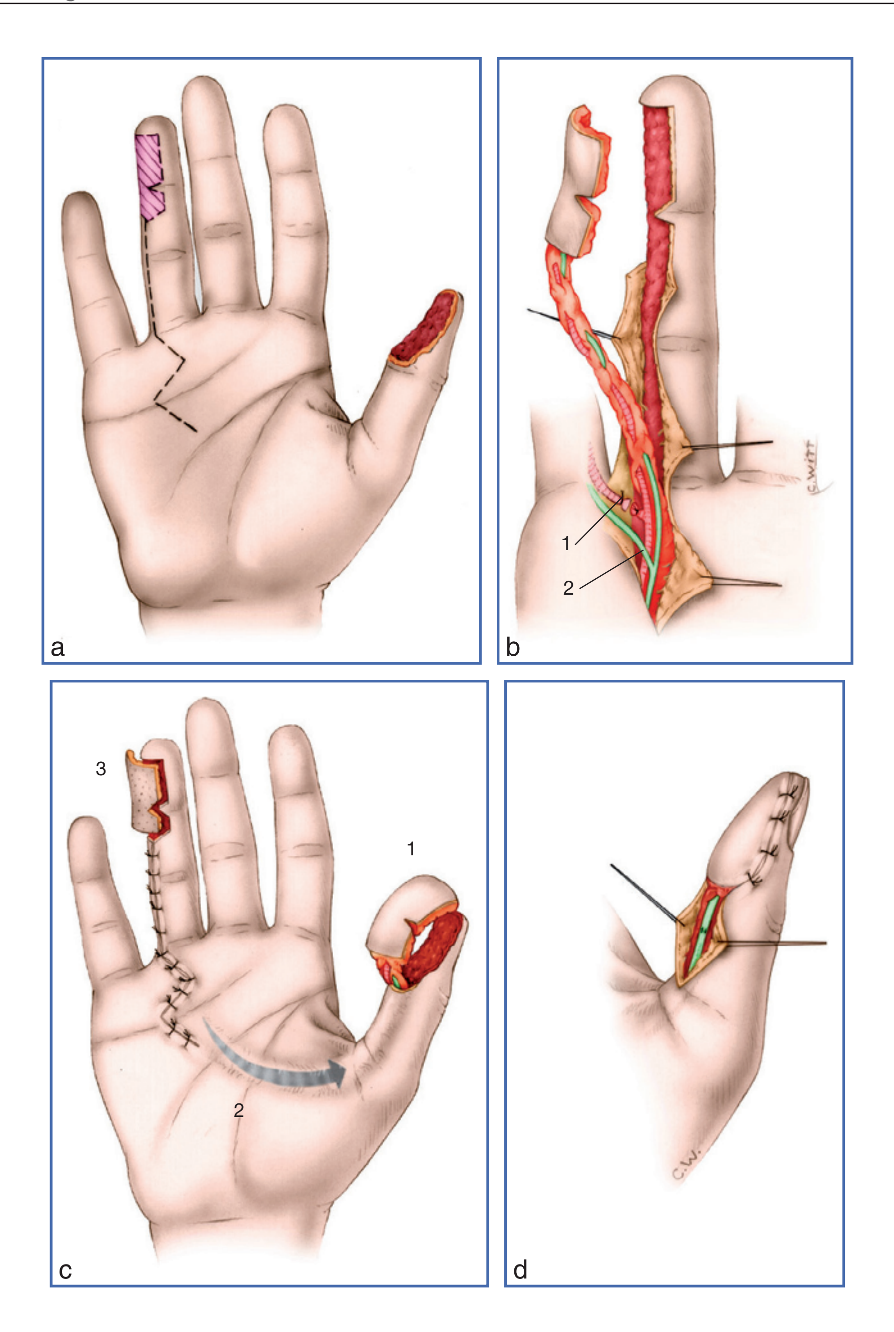


Figure 9.31

Lambeau en îlot pulpaire hétérodactyle.
a. Tracé des incisions.
b. Abord du pédicule dans la paume. 1 : ligature de l'artère collatérale radiale du 5e doigt. 2. Intra-neurodissection sur le nerf digital commun du 4e espace.
c. Tunnellisation (2) amenant le lambeau (1) *in situ*, greffe en peau totale du site donneur (3).
d. Technique du « débranchement-rebranchement ».

corticale rencontrés lorsque le nerf n'a pas été débranché puis resuturé ont considérablement réduit les indications. Il en persiste toutefois quelques-unes dans le cadre de la reconstruction de défects pulpaires étendus du pouce (figures 9.31 et 9.32).

Le site donneur est représenté par une hémi-pulpe fonctionnellement « mineure » ; c'est classiquement l'hémi-pulpe cubitale du quatrième doigt, mais il est théoriquement possible de prélever de la même façon l'hémi-pulpe cubitale du troisième doigt. L'enquête préopératoire, et au besoin la réalisation d'un test d'Allen digital, s'assurera de l'intégrité des deux axes collatéraux du doigt donneur mais également du doigt voisin. L'étendue du lambeau dépend essentiellement de la surface du défect à couvrir. La limite

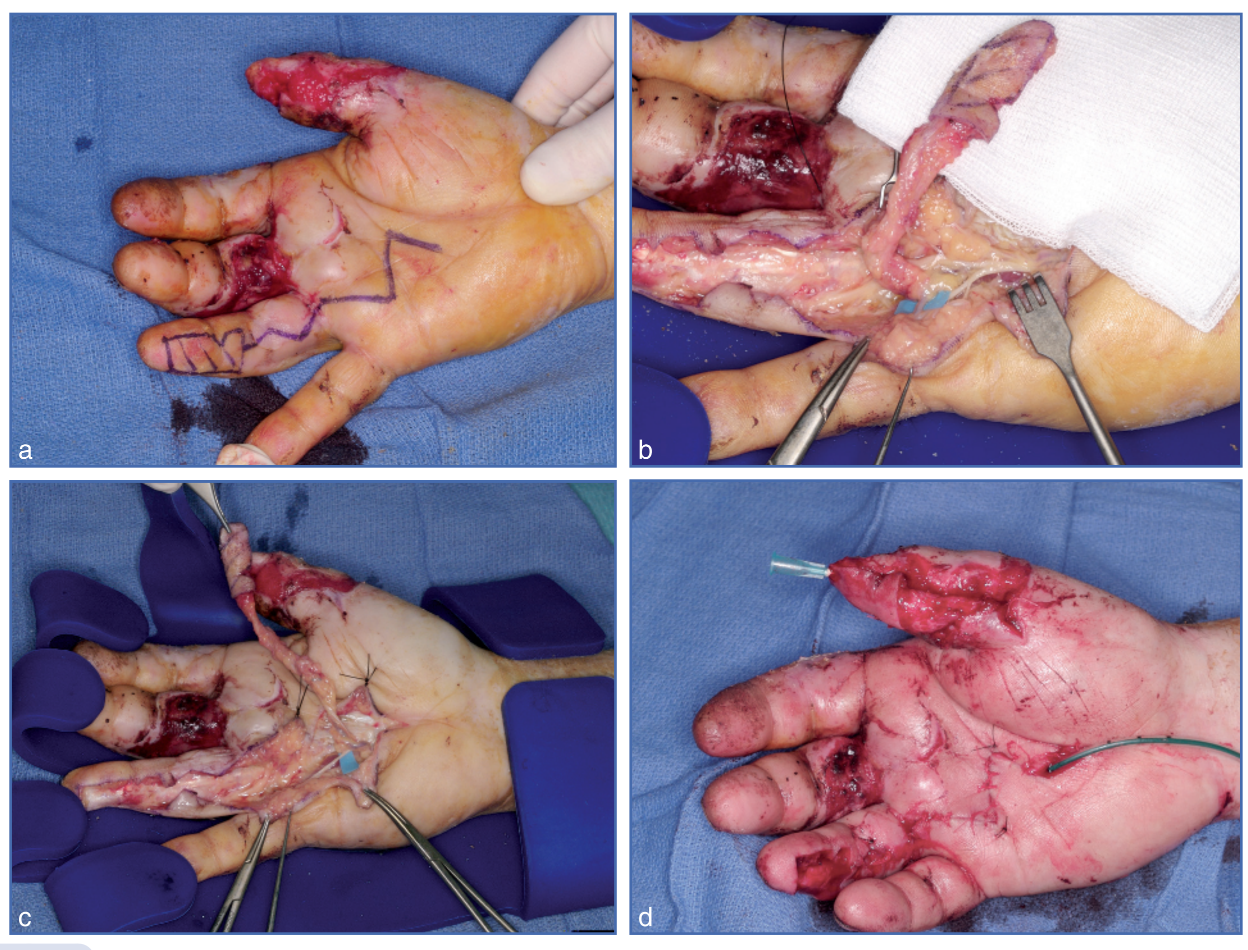


Figure 9.32

Lambeau en îlot pulpaire hétérodactyle (observation Dr F. Delerang).
a. Perte de substance palmaire du pouce concernant la pulpe et une partie de la phalange proximale. L'âge du patient et ses antécédents vasculaires conduisent à contre-indiquer un transfert microchirurgicalde pulpe d'orteil.
b. La dissection du pédicule a individualisé la bifurcation de l'artère digitale commune de 4e espace, ainsi que le nerf digital commun de quatre espaces qui fera l'objet d'une intra-neurodissection.
c. Le point pivot du pédicule est désormais situé au niveau de l'arcade palmaire superficielle.
d. Le lambeau pulpaire hétérodactyle est prêt à être tunnellisé sous la peau thénarienne.

médiale du lambeau est la ligne médiane mais il est possible de s'étendre latéralement au-delà de la ligne médiolatérale recrutant ainsi le territoire des branches terminales à destinée dorsale du nerf collatéral palmaire. En proximal, le lambeau peut s'étendre à la demande sur la face latérale de P2. En distal, le prélèvement ménagera quelques millimètres de la pulpe distale de manière à limiter la morbidité du prélèvement et à améliorer les conditions de prise de la greffe de peau.

La dissection du pédicule s'effectue par une voie d'abord en hémi-Brünner ou par une voie médiolatérales. Quelle qu'elle soit, cette incision se poursuit selon un trajet brisé dans la paume. Par cette incision le pédicule sera isolé en monobloc, incluant artère, nerf et ambiance graisseuse péri-pédiculaire.

Dans la paume, il convient de poursuivre la dissection en ligaturant et sectionnant l'artère collatérale radiale du cinquième doigt. Une intra-neurodissection est nécessaire pour cliver le contingent fasciculaire destiné au lambeau de celui destiné à l'hémi-pulpe radiale du 5e doigt voisin. Au terme de la dissection, on obtient une longueur utile de 8 à 10 cm. Pour amener le lambeau *in situ* au niveau du pouce, on peut opter pour une tunnellisation ou un transfert à « ciel ouvert », l'essentiel étant d'éviter toute tension ou compression du pédicule. Le site donneur est greffé en peau totale.

Les *inconvénients* de ce type de lambeau sont liés, d'une part, à la morbidité du site donneur et, d'autre part, aux problèmes de réorientation corticale du territoire sensible ainsi transplanté.

La morbidité du prélèvement est constante, faite d'une gêne mécanique due à l'insuffisance d'étoffage du doigt donneur et d'une gêne liée à l'insensibilité de la moitié du doigt. Les douleurs à l'exposition au froid sont fréquentes sinon constantes.

Le plus sérieux inconvénient de ce lambeau est l'absence d'intégration réelle de celui-ci au site receveur, de sorte que les sensations tactiles restent toujours localisées au niveau du doigt donneur. Ceci illustre l'irréversibilité du schéma cortical [78]. Dans certains cas, l'entraînement, l'influence des stimuli proprioceptifs au niveau du doigt receveur peut occasionner au mieux une pseudo-intégration. En fait, un tel handicap a conduit à modifier la technique opératoire. De Conninck [23] a proposé de pratiquer secondairement une section du nerf collatéral transféré et son rebranchement sur le collatéral receveur correspondant. Foucher a proposé de réaliser d'emblée ce débranchement-rebranchement [34]. Ainsi se trouvent réglés les problèmes d'intégration, au prix, il est vrai, de la difficulté et du risque technique supplémentaire qu'implique l'anastomose nerveuse. Toutefois, le recul en termes de capacités de discrimination que représente cette suture nerveuse doit être nuancé. Ainsi Kragi étudiant le résultat à long terme de six pouces resensibilisés par un lambeau de Littler n'a retrouvé aucun cas où la discrimination soit inférieure au seuil de 15 mm [50].

Compte tenu de cette morbidité inhérente au prélèvement et des problèmes sensitifs rencontrés, les indications à ce type de transfert se sont raréfiées. Chez un patient jeune, nous préférons réparer les défects pulpaires étendus du pouce, lorsqu'ils dépassent les capacités d'un transfert homodigital par un transfert partiel d'orteil, dont la morbidité est moindre. Ne subsistent comme indications de ces lambeaux que les rares cas de défects étendus survenant chez des sujets âgés ou refusant l'hospitalisation inhérente à un transfert microchirurgical(figure 9.32).

Îlots hétérodactyles d'origine dorsale pour la reconstruction pulpaire

La face dorsale de la première phalange des doigts longs n'est qu'un médiocre compromis pour la reconstruction pulpaire. Sur le plan mécanique son épaisseur et sa malléabilité sont insuffisantes; sur le plan sensitif, lorsque cette peau est prélevée sous forme d'un îlot sensible, les capacités de discrimination restent modérées. Toutefois, en ce qui concerne le pouce, ces îlots dorsaux peuvent représenter des solutions de «sauvetage» utiles, lorsque les techniques précédemment mentionnées sont impraticables. Le lambeau cerf-volant de Foucher [32, 35, 64] et l'îlot dorsal pédiculé sur la deuxième artère intermétacarpienne dorsale [25, 26] peuvent être utilisés dans cet esprit. Ces deux lambeaux seront détaillés dans la section des reconstructions dorsales.

Lambeau cerf-volant

Nous l'avons utilisé dans les circonstances suivantes : défect palmaire étendu du pouce associé à un raccourcissement chez un sujet âgé ou présentant une contre-indication à un transfert microchirurgical, mutilation associée des doigts longs contre-indiquant un lambeau pulpaire en îlot hétérodigital. Les conditions de prélèvement sont les mêmes que pour un lambeau cerf-volant à destinée dorsale. Le débranchement-rebranchement du rameau sensitif du nerf radial peut être préconisé pour améliorer les conditions d'intégration corticale du lambeau (figure 9.33).

Lambeau en îlot dorsal sur la deuxième artère intermétacarpienne (Earley) [25, 26]

Il est des circonstances encore plus rares où le lambeau précédent lui-même n'est plus réalisable (en cas, par exemple, d'amputation proximale associée de l'index). La couverture par un îlot sensible dorsal est toutefois encore possible, à condition d'utiliser cette fois la deuxième artère intermétacarpienne. Si l'on souhaite utiliser ce lambeau pour la couverture de la face palmaire du pouce, il convient de disposer d'un pédicule long, ce qui nécessite un temps chirurgical de décroisement avec l'appareil extenseur. Ce type de couverture du plan palmaire du pouce n'est en fait applicable que si ce doigt est le siège d'un raccourcissement.

Solutions «historiques» et d'exception pour la couverture des pertes de substance pulpaire

La reconstruction pulpaire par lambeau à distance de type *random-pattern* a longtemps été proposée. Qu'il s'agisse du lambeau hypothénarien pour les pertes de substance pulpaire du pouce, de lambeaux thénariens pour les doigts longs [30], ces techniques ont de multiples inconvénients : lambeaux insensibles, longue immobilisation du doigt receveur en triple flexion. Nous les avons donc totalement abandonnées. Pour des raisons similaires le lambeau *cross-finger* taillé sur la face dorsale de la phalange moyenne de l'index ou du troisième doigt et destiné à la couverture des défects pulpaires du pouce doit être rejeté. Chase [13] a proposé de tailler un lambeau *cross-finger* sur la face palmaire de P2 du troisième doigt avec une charnière dorsale pour couvrir la pulpe du pouce. L'aspect mécanique du lambeau est meilleur

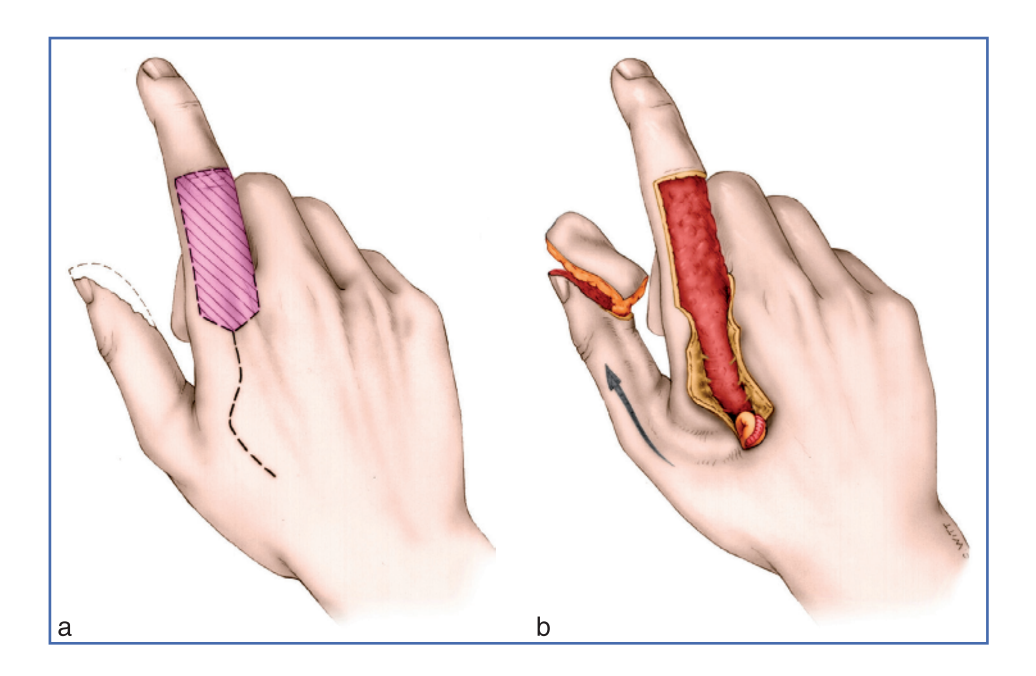


Figure 9.33

Utilisation du lambeau cerf-volant pour les pertes de substance pulpaire du pouce.
a. Tracé du lambeau.
b. Tunnellisation au niveau de la première commissure.

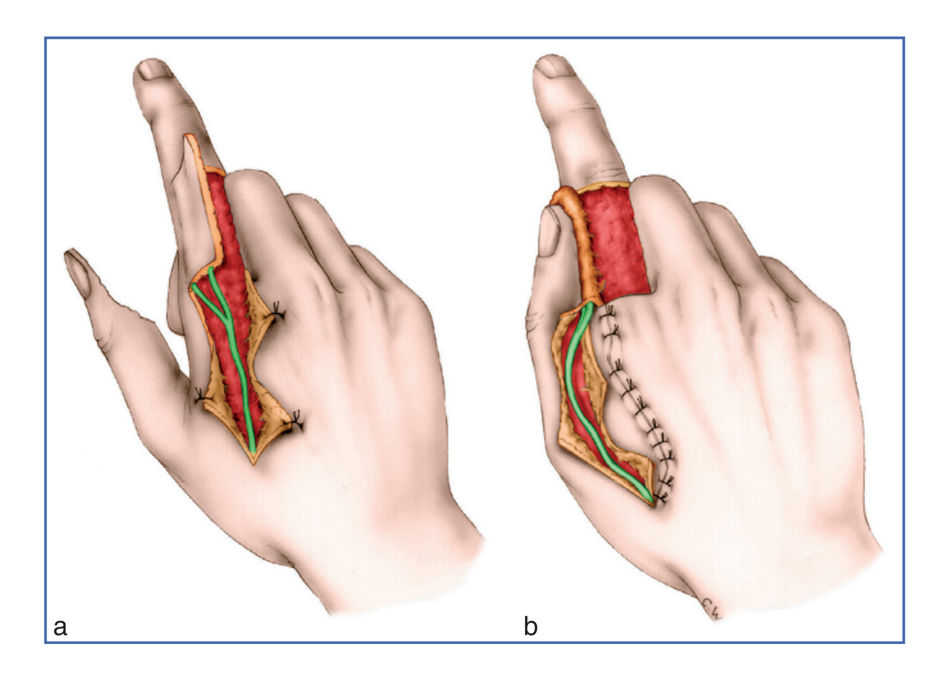


Figure 9.34

Technique de Gaul pour les pertes de substance pulpaire du pouce.
a. Soulèvement d'un lambeau *cross-finger* et dissection en continuité de la branche sensitive du radial correspondante.
b. Agencement du lambeau *in situ* et incision dorsale sur le pouce pour loger le rameau sensitif du radial.

compte tenu de ce prélèvement palmaire mais les problèmes de resensibilisation restent similaires. La seule variante de ce lambeau *cross-finger* réalisant un compromis acceptable est celle proposée par Gaul [40] (figure 9.34). L'intérêt de cette technique est toutefois relatif, car si l'on a opté pour ce type de site donneur, l'option représentée par le lambeau cerf-volant de Foucher représente un meilleur choix technique. Les résultats sensitifs seront similaires et l'on évitera, en utilisant un îlot, les deux temps opératoires et la syndactilisation de nécessité qu'entraîne la technique de Gaul.

Principe du « doigt-banque » appliqué à la reconstruction pulpaire

Les lésions dues à des outils délabrant (toupie, scie circulaire) occasionnent souvent des lésions multidigitales. Lorsqu'un des doigts blessés est voué à l'amputation, il peut être utilisé comme site donneur d'un lambeau destiné à la reconstruction pulpaire d'un doigt voisin. Cette application du principe du « doigt-banque » peut revêtir deux formes : le prélèvement d'un lambeau libre pulpaire sur un doigt amputé non replantable, ou la dissection d'un lambeau en îlot sensible sur un doigt voué à l'amputation [31].

Lambeau libre de pulpe selon le principe du « doigt-banque »

Il est prélevé sur un doigt amputé non replantable (voir chapitre 15). Si le doigt receveur est le pouce, le pédicule vasculaire et nerveux disséqué sur le doigt donneur sera de préférence le pédicule cubital, de manière à privilégier la resensibilisation de l'hémi-pulpe cubitale. Si c'est possible, l'idéal est le rebranchement des deux nerfs collatéraux. Enfin, si les conditions locales l'exigent au niveau du doigt donneur, on peut assurer la revascularisation par la suture de l'artère collatérale et la resensibilisation par la suture nerveuse du nerf controlatéral. Il est indispensable d'assurer le retour veineux d'un tel lambeau pulpaire en utilisant des veines dorsales dont le calibre offre une sécurité d'anastomose plus grande qu'une veine palmaire. Pour ce faire, un rectangle cutané dorsal est emmené en monobloc avec l'îlot pulpaire. Une ou deux veines dorsales sont disséquées dans le prolongement de ce rectangle cutané dorsal et seront rebranchées au niveau du site receveur (figure 9.35).

Lambeau en îlot à destinée pulpaire selon le principe du « doigt-banque »

Il est de rares circonstances où en dépit de l'intégrité d'un pédicule vasculonerveux, un doigt est voué à l'amputation d'emblée. C'est le cas de certains traumatismes complexes et étagés de l'index. L'association de lésions ostéoarticulaires de l'IPP vouant cette articulation à la raideur, à des lésions tendineuses et cutanées complexes, rend nuisible sur le plan fonctionnel la conservation de ce doigt. Avant de procéder à l'amputation de ce doigt, l'intégrité d'un des pédicules collatéraux peut se prêter à la réalisation d'un îlot pulpaire sensible destiné à un doigt voisin (figure 9.36). C'est, souvent là encore, le pouce qui est le bénéficiaire de ces îlots sensibles en « doigt-banque ».

Lambeau thénarien libre pour la reconstruction pulpaire

Cette solution a été proposée par plusieurs auteurs comme une alternative aux lambeaux pédiculés et surtout aux lambeaux libres à partir d'orteil [48, 56, 73, 80]. L'indication est évoquée lorsque la surface à couvrir est étendue, en particulier dans les situations ou le défect dépasse l'unité pulpaire et concerne aussi le segment digital moyen. Il s'agit alors d'une alternative aux lambeaux libres pulpaires prélevés sur le pied.

Bases anatomiques

Dans la description princeps de ce lambeau thénarien par Tsai [93], la vascularisation était assurée par l'artère radiale. Il a ensuite été montré que ce lambeau pouvait être prélevé en toute sécurité sur la branche palmaire superficielle de l'artère radiale (artère « radiopalmaire »). Ce rameau naît de l'artère radiale dans la gouttière du pouls environ 2 cm au-dessus du pli de flexion du poignet. Elle chemine ensuite en direction de l'éminence thénar, selon un trajet initialement superficiel, parallèle au pli cutané thénarien. Dans la partie initiale de son trajet, cette artère est assez facilement palpable au voisinage du tubercule distal du scaphoïde. Elle peut dans tous les cas être retrouvée à l'écho-Doppler et suivie alors dans la partie distale de son trajet. Dans la partie distale de son trajet l'artère devient profonde, cheminant au sein des muscles thénariens qu'elle contribue à vasculariser. Elle donne alors ses branches terminales à destinée cutanée et musculaire. Il existe souvent une communication anastomotique distale avec le réseau palmaire superficiel, base de la réalisation de lambeaux pédiculés *a contrario*. L'innervation sensitive de la zone cutanée du lambeau thénarien fait intervenir des branches du nerf radial (rameau thénarien dit de Lejars), du nerf médian (rameau cutané palmaire) et du nerf musculocutané. Enfin, certains auteurs ont mentionné le rôle d'un rameau perforant inconstant issu du nerf digital commun de deuxième espace [81].

Technique chirurgicale

Le trajet de l'artère est figuré sur la peau, repéré à la palpation et à l'écho-Doppler. L'îlot cutané est tracé, centré par ce trajet artériel, en ellipse pour faciliter le temps de fermeture. Lors du tracé sur la peau, il faut également retrouver une veine superficielle antébrachiale palmaire qui assurera le drainage du lambeau. L'incision proximale est réalisée jusqu'à l'artère radiale, et la branche palmaire superficielle est retrouvée par la dissection à son point d'origine.

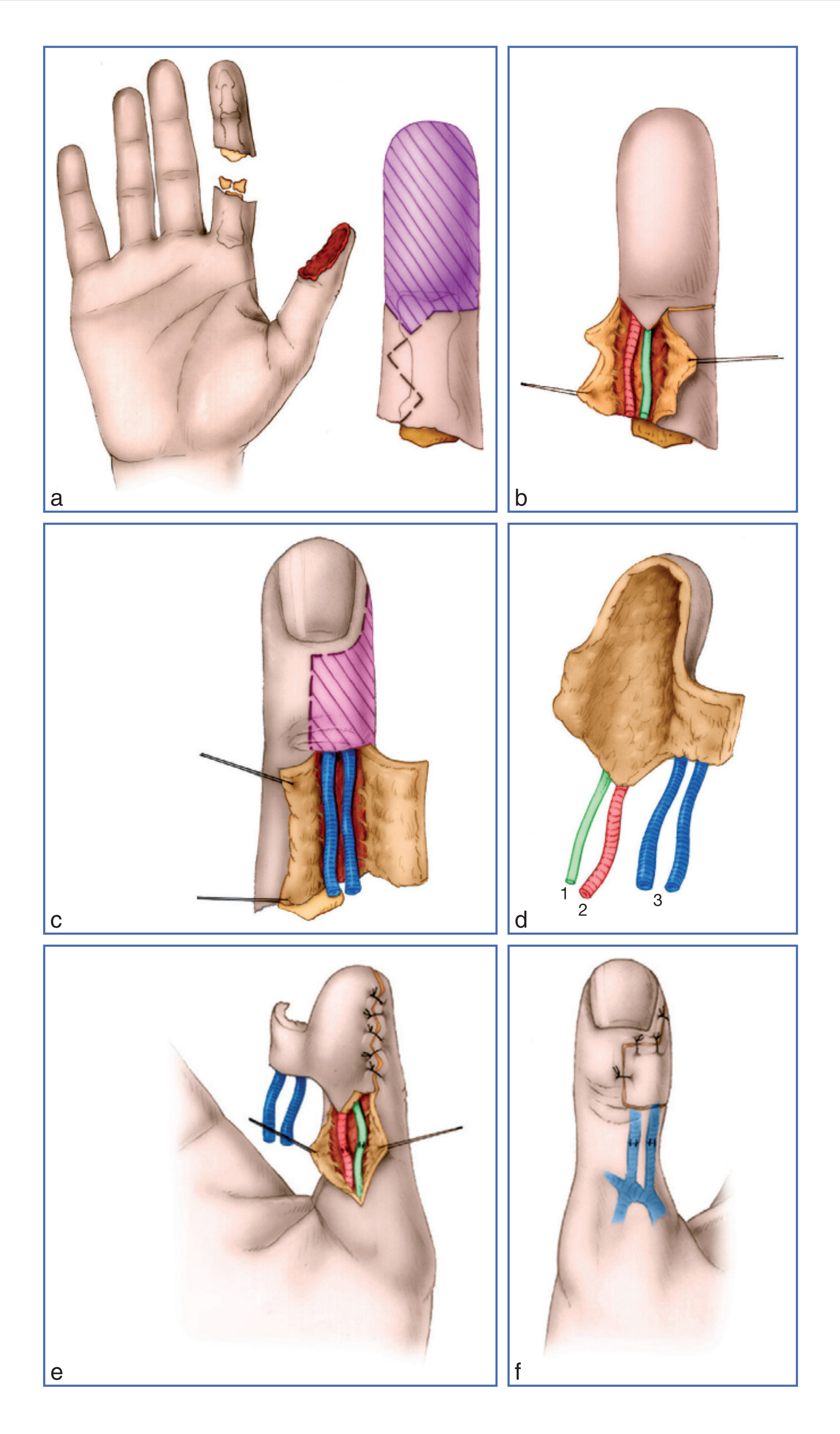


Figure 9.35

Lambeau libre de la pulpe selon le principe du « doigt-banque ».
a. Perte de substance pulpaire du pouce et amputation proximale de l'index avec délabrement de l'IPP.
b. Dissection sur l'index d'un lambeau libre de la pulpe, abord des éléments pédiculaires palmaires.
c. Abord des veines dorsales de drainage.
d. Le lambeau au terme de la préparation. 1. Nerf collatéral palmaire. 2. Artère collatérale palmaire. 3. Veines dorsales de drainage.
e. Rebranchement des éléments pédiculaires palmaires.
f. Sutures veineuses dorsales.

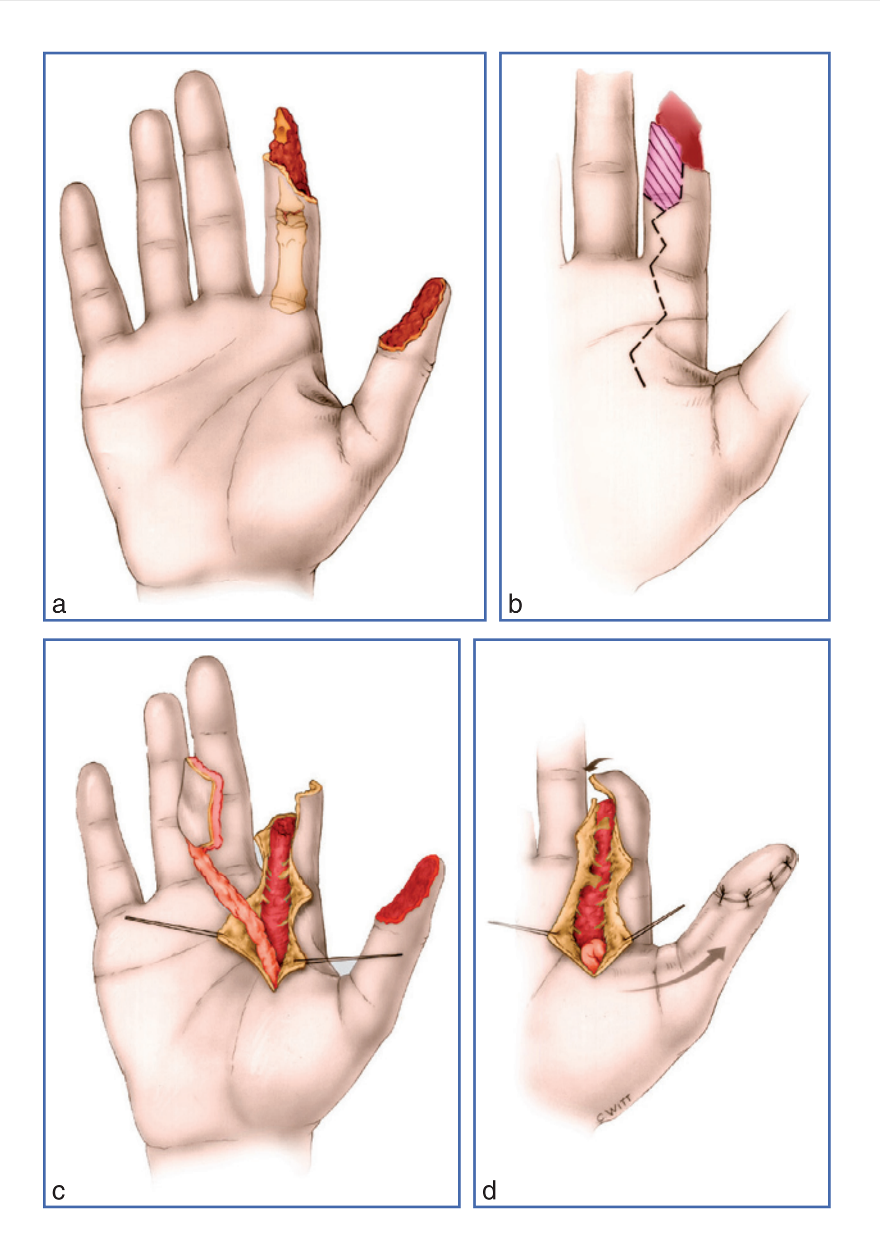


Figure 9.36

Lambeau en îlot à destinée pulpaire selon le principe du « doigt-banque ».
a. Perte de substance étendue pulpaire du pouce ; au niveau de l'index existe un dégantage distal, une fracture complexe de l'IPP justifiant une amputation en P1.
b. Avant la régularisation de l'index, dissection d'un îlot sensible sur le pédicule collatéral cubital de ce doigt.
c. Le lambeau, au terme de la dissection.
d. Tunnellisation pour amener le lambeau sur le site receveur.

Ce temps initial de dissection proximale doit ménager la veine de retour. La dissection se poursuit en distal suivant l'artère, dans un trajet qui devient rapidement profond, perforant le fascia thénarien. Le plus souvent il est nécessaire d'emmener quelques fibres superficielles des thénariens externes dans la partie distale de la dissection pour lever en toute sécurité le lambeau. Plus rarement l'artère reste superficielle, au-dessus du plan de l'aponévrose thénarienne facilitant la dissection. Les communications anastomotiques distales avec le réseau palmaire sont retrouvées au voisinage de l'angle distal du lambeau et sectionnées entre deux Ligaclip®. À ce stade, le lambeau peut être isolé en îlot sur ses éléments pédiculaires, et la recirculation est testée par lâcher du garrot. Le rebranchement s'effectue sur

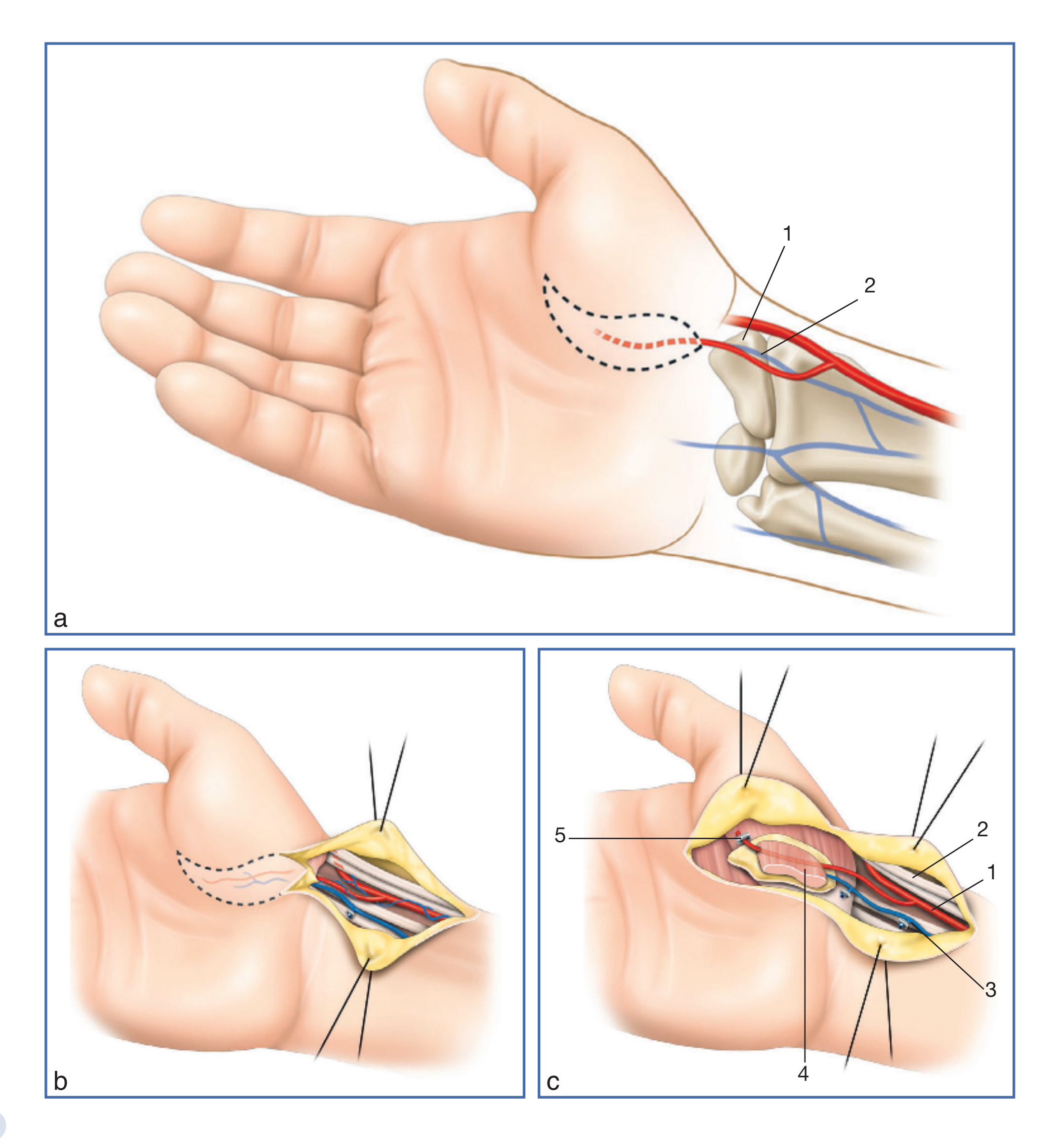


Figure 9.37

Lambeau libre thénarien pour la reconstruction pulpaire.
a. Tracé des limites du lambeau et incision proximale. Dans son trajet initial, entre l'origine sur l'artère radiale et la région du tubercule du scaphoïde, l'artère est palpable et repérable à l'écho-Doppler. 1. Tubercule du scaphoïde. 2. Veine efférente (au sein du réseau veinulaire palmaire superficiel de l'avant-bras).
b. Dissection du trajet proximal du pédicule d'un lambeau thénarien. L'artère radiopalmaire est suivie depuis son niveau d'origine sur l'artère radiale jusqu'à l'angle proximal de l'îlot cutané. Son trajet est superficiel.
c. Levée de l'îlot cutané. Dans sa moitié distale correspondant au trajet thénarien, l'artère adopte souvent une situation profonde au sein des muscles thénariens (court abducteur du pouce). Le lambeau est ici représenté twisté de 180°, sa face profonde devenant superficielle. Quelques fibres musculaires des thénariens externes ont dû être prélevées avec le lambeau. 1. Artère radiale. 2. Tendons long abducteur et court extenseur du pouce. 3. Veine efférente du lambeau thénarien. 4. Fibres musculaires du court abducteur du pouce. 5. Clip sur l'artère radiopalmaire.

le site receveur, en utilisant le plus souvent l'une des artères collatérales palmaires du doigt receveur pour une suture terminoterminale. Le rebranchement de la veine de retour s'effectue sur une veine dorsale (figures 9.37 et 9.38).

Avantages et inconvénients

Parmi les avantages de ce lambeau figure la quantité de tissu disponible, bien supérieure à celle procurée par les lambeaux locaux pédiculés. Ce lambeau libre thénarien se positionne donc comme une alternative aux lambeaux libres à partir du pied, avec l'avantage d'une réalisation possible sous anesthésie locorégionale unique, éventuellement dans le cadre de l'urgence. Le revêtement apporté est glabre, épais, parfaitement adapté mécaniquement à la couverture des pertes de substance palmaire ou pulpaire. Les difficultés techniques proviennent du trajet variable distal de l'artère

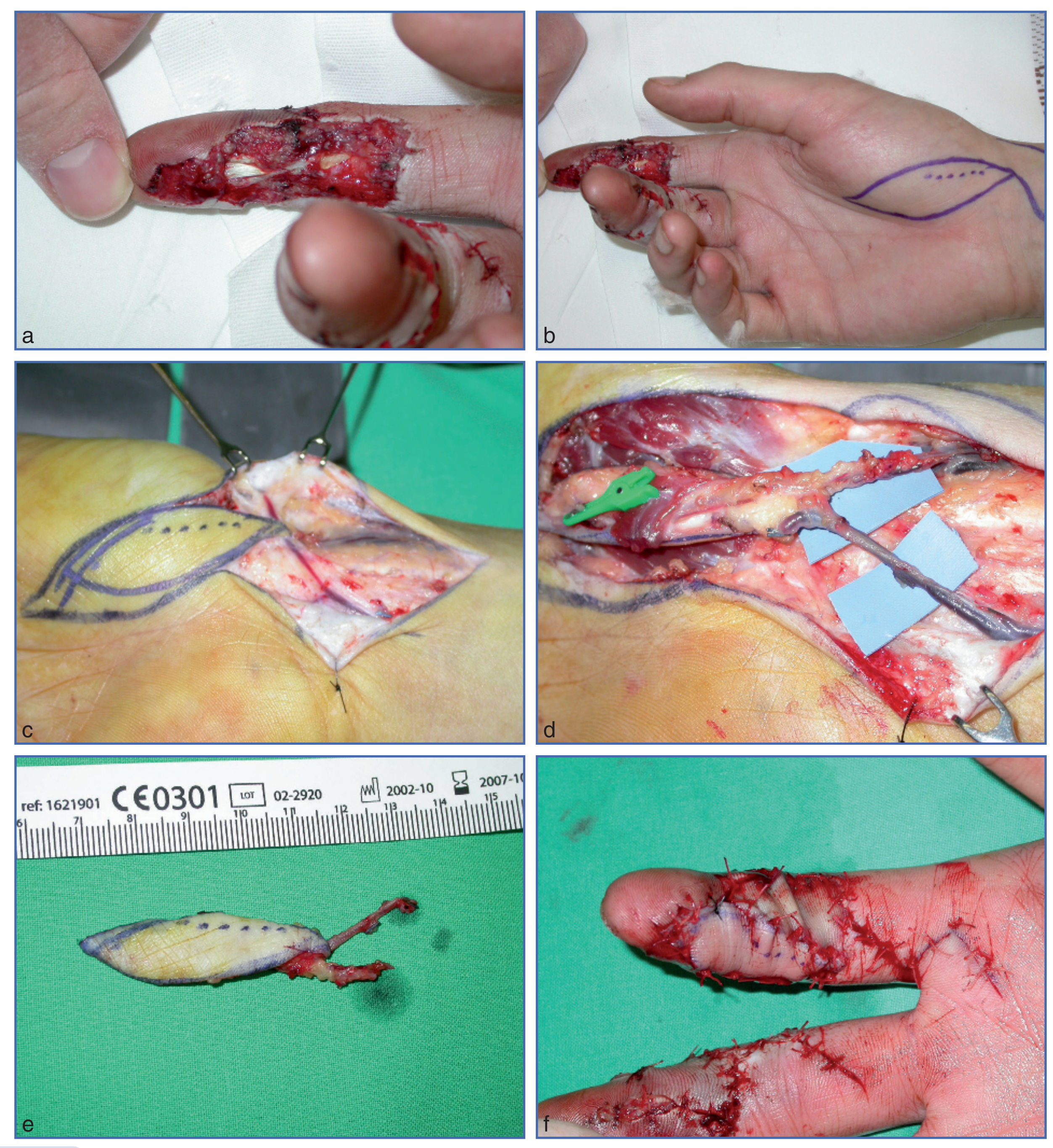


Figure 9.38

Utilisation d'un lambeau thénarien libre pour la couverture d'une perte de substance palmaire de l'index.

a. Lésion par écrasement de la face palmaire de l'index et de l'hémi-pulpe ulnaire. Le doigt voisin (3e) est lui-même le siège d'une lésion rendant son utilisation comme lambeau *cross-finger* impossible.

b. Tracé d'un lambeau thénarien libre.

c. Dissection des éléments pédiculaires, artère radiopalmaire superficielle et veine antébrachiale superficielle.

d. L'artère est de trajet profond dans son trajet distal, conduisant au prélèvement avec le lambeau de quelques fibres du court abducteur du pouce. Le microclamp se situe sur la branche anastomotique distale avec le réseau palmaire superficiel.

e. Le lambeau isolé.

f. Le lambeau rebranché *in situ* sur l'index par suture à l'artère collatérale palmaire ulnaire.

Tableau 9.1. Choix d'une technique de reconstruction pulpaire, facteurs décisionnels.

1er topographie du défect	Doigt en cause ?
	Pulpe dominante (radiale index, cubitale pouce, cubitale 5e) ? Côté (droit ou gauche) ? Transversale, oblique (palmaire, dorsale, latérale) ? Étendue de la perte de substance ? Raccourcissement osseux et niveau d'amputation (support résiduel de l'ongle) ?
2e facteurs généraux	Âge
	Habitus (tabac) Activités professionnelles Activités loisirs
1er topographie du défect	Lésions associées sur le doigt lui-même
	Lésions des doigts voisins Mutilation uni- ou pluridigitale

nourricière qui peut adopter un trajet musculaire au sein des fibres du court abducteur du pouce. Enfin, il est difficile d'en faire un lambeau sensible car le rameau cutané palmaire du nerf médian doit être respecté alors que les branches du nerf radial, le rameau perforant du nerf digital commun de deuxième espace ou les branches terminales du musculocutané peuvent être difficiles à retrouver lors de la dissection du site donneur.

Choix d'un lambeau pour la reconstruction pulpaire

Les critères de choix en faveur de telle ou telle solution de reconstruction pulpaire sont nombreux et intriqués. Le tableau 9.1 fournit un aperçu non exhaustif des facteurs susceptibles d'entrer en ligne de compte lors du choix, il ne semble pas possible de proposer un arbre décisionnel univoque.

Nous nous contenterons de rappeler pour chacune des techniques proposées l'indication élective. Le tableau 9.2 résume ces indications.

Tableau 9.2. Indications des différentes techniques de reconstruction pulpaire.

Techniques	Facteurs locaux	Facteurs régionaux	Facteurs généraux
Cicatrisation dirigée	Lésions en zone 1		Disponibilité du patient
Greffes de peau épaisse ou totale	Larges pertes de substance en zone 1 à biseau palmaire, pulpe non dominante		Solution « rapide » exigée
Raccourcissement-suture	Amputations distales « juxta-articulaires » des doigts longs		
Atasoy	Zone 2, transversale ou à biseau dorsal, perte de substance limitée (avancement : 6–7 mm) possible si défect oblique asymétrique		
Kutler	Zone 2, transversale ou à biseau palmaire, impossible si défect asymétrique : doigts longs seulement		
Hueston	Avancement requis supérieur à 6 ou 7 mm Pulpe d'un doigt « mineur » (3e–4e doigts)	Absence de lésion pédiculaire du côté de la « charnière » du lambeau	
Venkataswami et Subramanian	Amputations distales à biseau oblique côté « long » situé du côté de la pulpe dominante	Intégrité pédicule côté « long »	
Möberg	Réservé au pouce, zone 2 ou 3, transversale ou à biseau dorsal	Absence de lésion pédiculaire (au moins un pédicule intact)	
O'Brien	Réservé au pouce, zone 2 ou 3, transversale ou à biseau dorsal, voire à biseau palmaire ou oblique	Absence de lésion pédiculaire associée	
Lambeau en îlot *a contrario* dorsocubital	Réservé au pouce, perte de substance pulpaire		Alternative à un transfert de pulpe, contre-indication à un transfert microchirurgical

(Suite)

Tableau 9.2. **Suite.**

Lambeau pulpaire en îlot unipédiculé	Zone 2 ou 3, doigts longs, transversale ou à biseau dorsal. Reste possible en cas de biseau palmaire limité. Possible en cas de biseau oblique, mais impose le choix du côté pour le pédicule. Impossible en cas de scalp palmaire subtotal	Absence de lésion pédiculaire (2 pédicules intacts)	
Ilot dorsolatéral homodactyle (Joshi et Pho)	Doigts longs ou pouce, zone 2, défects à biseau palmaire très étendus (perte de substance subtotale)		Appliqué au pouce en cas de contre-indication à un transfert microchirurgical
Plastie d'échange pulpaire	Doigts longs, index ou 5e doigt, perte de substance étendue mais limitée à l'hémi-pulpe dominante		Pour l'index peut entrer en compétition avec un transfert pulpaire microchirurgical
Lambeau en îlot homodactyle *a contrario*	Perte de substance, étendu symétrique, concernant toute la pulpe et dépassant les capacités de couverture d'un îlot sensible à pédicule direct. Contre-indiqué sur un index		
Lambeaux pulpaires en îlot hétérodactyles	Réservés au pouce en cas de contre-indication à un lambeau libre de pulpe	Idéalement réalisé en « doigt-banque » à partir d'un doigt voué à l'amputation	Pas d'indication chez le sujet jeune où un transfert d'orteil est préféré

Quelle place pour la reconstruction pulpaire différée ?

Toutes les techniques précédemment décrites peuvent et doivent être mises en œuvre en urgence. En revanche, les rares indications à une reconstruction par transfert partiel d'orteil sont, dans notre pratique, différées de deux à trois jours. Ce laps de temps est mis à profit pour peser le bien-fondé d'une telle indication en fonction des besoins fonctionnels du patient. En urgence, le défect pulpaire est couvert d'une greffe de peau mince qui protège d'une contamination, améliore le confort des pansements et pourra constituer une solution d'attente si le patient choisi de différer la reconstruction. La description des techniques de transfert partiel d'orteil n'appartient pas au domaine de cet ouvrage consacré à l'urgence, mais il importe toutefois d'en cerner les indications qui constituent autant de contre-indications à l'usage des méthodes précédemment décrites.

Indications des transferts partiels d'orteil pour la reconstruction pulpaire du pouce [36]

Toutes les pertes de substance pulpaire étendues affectant la totalité de la pulpe et concernant un sujet jeune relèvent du transfert partiel d'orteil : elles ne laissent persister aucun tissu palmaire susceptible d'être utilisé pour la réalisation d'un lambeau en îlot. On pourrait envisager de tailler cet îlot sur P1 mais les capacités d'avancement seraient alors nettement insuffisantes. La limite d'âge est difficile à établir de manière intangible. Si ce critère vient limiter les indications à de tels transferts c'est que la resensibilisation de tels lambeaux n'est obtenue qu'imparfaitement chez le sujet âgé. Une frontière, fluctuante, s'établit pour nous aux alentours de 40 ans.

En dehors de ces scalps palmaires étendus du pouce qui sont, chez le sujet « jeune » autant d'indications à des transferts pulpaires, l'existence d'une perte de substance « composite » est également une indication pour une reconstruction par transfert partiel « sur mesure » [36]. L'association à un défect pulpaire, même limité, d'une perte de substance osseuse, unguéale, peut représenter l'opportunité à réaliser un transfert « composite ». Si le sujet est jeune et que ses besoins fonctionnels sont tels qu'il requiert un tel transfert, le lambeau est alors disséqué « sur mesure » amenant exactement la pulpe, l'os, le lit unguéal ou la matrice unguéale nécessaires.

Indications des transferts partiels d'orteil pour la reconstruction pulpaire des doigts longs

Leur place est limitée. Seuls les larges défects de l'hémi-pulpe radiale de l'index peuvent justifier une telle intervention, à condition que l'âge du patient laisse espérer une bonne resensibilisation.

Reconstruction du segment digital palmaire moyen

La couverture des défects de la face palmaire de P1 et P2 pose des problèmes distincts de ceux rencontrés lors de la reconstruction pulpaire.

Les capacités de sensibilité discriminative sont ici moins cruciales, pourvu que la pulpe soit, elle, normalement sensible. Le revêtement apporté devra en revanche être satisfaisant sur le plan mécanique. Il doit avoir l'épaisseur requise pour autoriser une prise confortable sans entraver l'aptitude à l'enroulement par son encombrement. Son amarrage aux plans profonds sous-jacents doit lui permettre de ne pas déraper lors de la prise. Enfin, dans l'idéal, ce revêtement doit être glabre et indemne à long terme de toute rétraction.

Anatomie

La face palmaire des doigts est limitée latéralement par la ligne dite « médiolatérale » qui correspond en profondeur à l'insertion dermique du ligament de Cleland [15]. Les téguments palmaires du segment digital moyen sont épais et peu mobiles, les insertions dermiques du ligament de Cleland participant à limiter cette mobilité (figure 9.39).

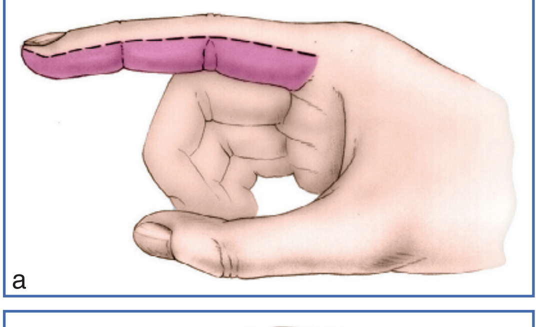
La face palmaire des doigts peut être subdivisée en trois sous-unités fonctionnelles (deux au niveau du pouce) (figure 9.39). La première correspond à l'unité fonctionnelle pulpaire décrite au chapitre précédent, les deux autres à chacune des phalanges moyennes et proximales. Dans l'idéal, toute reconstruction par greffe ou lambeau cherchera à reproduire les limites de ces unités fonctionnelles quitte à agrandir si nécessaire la dimension de la perte de substance initiale.

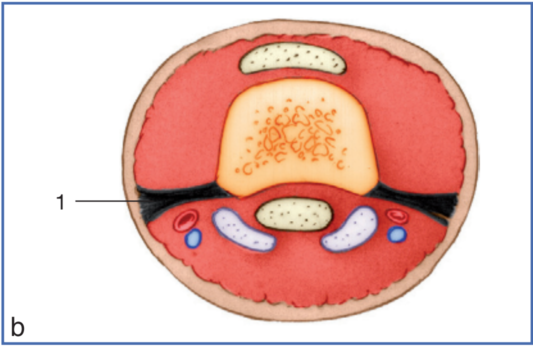
La vascularisation artérielle de la face palmaire des doigts, au même titre que celle de la pulpe, est sous la dépendance exclusive des artères collatérales palmaires.

De nombreuses artérioles à destinée cutanée naissent de manière étagée de ces artères collatérales palmaires [91] (figure 9.40).

À l'égard de la vascularisation cutanée, il existe un chevauchement des territoires cutanés respectifs de chacune des deux artères collatérales, constituant un système anastomotique indirect.

Cette disposition s'ajoute à celle des arcades anastomotiques profondes déjà mentionnées [28]. Ainsi, l'existence d'un axe collatéral palmaire unique suffit à la survie d'un doigt. Il est rare toutefois de constater une parfaite symétrie de calibre entre les deux artères collatérales d'un même doigt. Le plus souvent, l'une d'entre elles est dominante. Statistiquement, c'est habituellement du côté ulnaire que





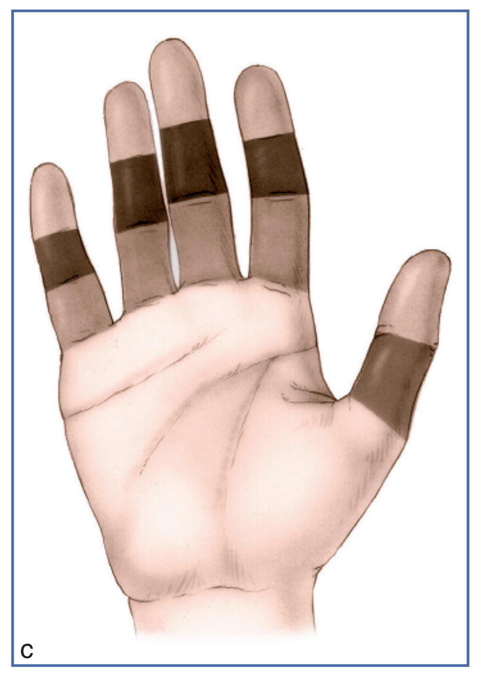


Figure 9.39

Anatomie topographique et fonctionnelle.
a. Limites topographiques du segment digital palmaire moyen.
b. Coupe transversale à hauteur de P2. 1. Ligament de Cleland.
c. Unités fonctionnelles palmaires et pulpaires.

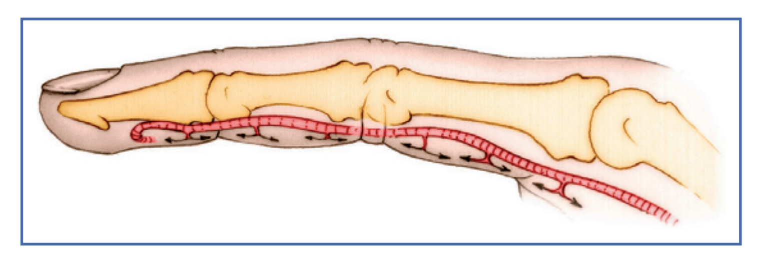


Figure 9.40

Vascularisation artérielle de la face palmaire des doigts.

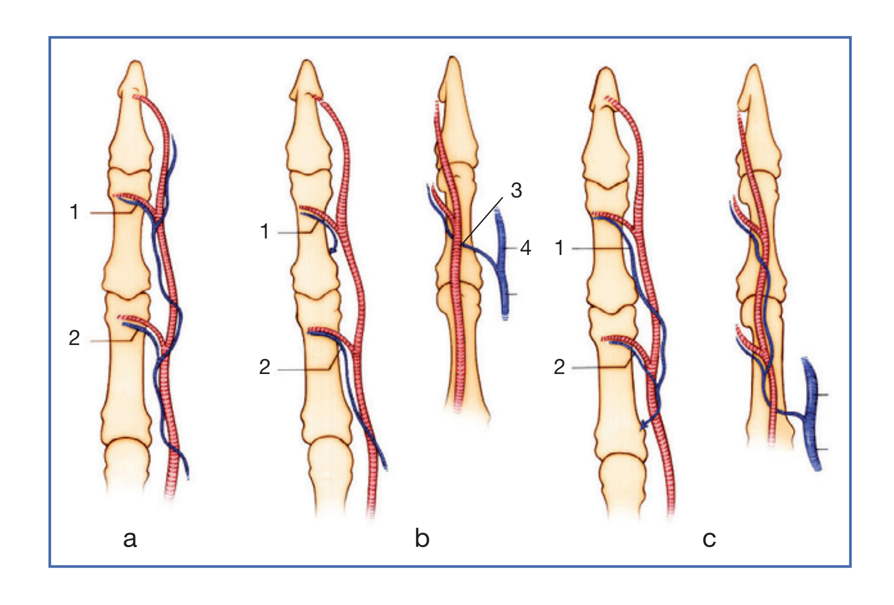


Figure 9.41

Système veineux profond (veines comitantes des artères collatérales palmaires).

a. Type 1 : système veineux profond continu. 1 : arcade veineuse anastomotique distale ; 2 : arcade veineuse anastomotique proximale.
b. Type 2 : système veineux profond proximal. L'arcade veineuse profonde distale se draine directement dans le réseau dorsal (4) par l'intermédiaire de rameaux communicants obliques (3).
c. Type 3 : système veineux profond segmentaire présent seulement entre les deux arcades anastomotiques (1) et (2).

cette artère dominante est retrouvée pour l'index et le troisième doigt, du côté radial pour les quatrième et cinquième doigts [57].

En ce qui concerne le pouce, c'est également du côté ulnaire que l'artère collatérale palmaire dominante sera retrouvée.

Le drainage veineux de la face palmaire des doigts dépend d'un double système superficiel et profond.

Le système profond est représenté par les veines comitantes de l'artère collatérale palmaire. L'existence de ce réseau profond est controversée, contestée par certains auteurs [27]. Une étude anatomique nous a montré que ce système de veines comitantes était absent une seule fois sur un total de vingt-deux spécimens disséqués [19]. Lorsque ce réseau est présent, il s'organise selon trois types distincts (figure 9.41). L'alimentation de ce réseau profond à partir des arcades veineuses anastomotiques doublant les arcades artérielles d'Edwards montre qu'il participe essentiellement au drainage veineux de structures profondes. Toutefois les connexions sont multiples avec le réseau dorsal par l'intermédiaire de rameaux communicants obliques.

L'importance chirurgicale de ce réseau profond n'est pas négligeable puisqu'il intervient dans le drainage veineux des îlots pulpaires (voir la section précédente), en collaboration avec le réseau veinulaire superficiel.

Le système superficiel existe à la face palmaire des doigts, un système veinulaire superficiel présent dès l'étage pulpaire et se poursuivant sans discontinuité jusqu'à la région commissurale. Ce système veinulaire est extrêmement riche en valvules. Sa disposition dans l'espace est tridimensionnelle puisqu'il envoie des ramifications occupant la totalité du

volume tissulaire prétendineux. Cette disposition tridimensionnelle jointe à la richesse en valvules en fait un système capacitif qui se comporte comme une véritable « éponge vasculaire ». En cas de dévascularisation, la chute du tonus qui se traduit cliniquement par un collapsus de la pulpe provient de la vidange de ce réseau veinulaire palmaire.

L'innervation de la face palmaire des doigts provient, comme celle de la pulpe, des nerfs collatéraux palmaires. Répétons toutefois qu'à condition de disposer d'une pulpe normalement sensible, les exigences en matière de sensibilité discriminative sont moindres à cet étage du segment digital palmaire moyen.

Couverture par greffe de peau des pertes de substance du segment digital palmaire moyen

Conditions d'utilisation

L'utilisation d'une greffe de peau est possible en urgence à condition de disposer du sous-sol adéquat. Une perte de substance superficielle exposant simplement le tissu graisseux sous-cutané est ainsi une bonne indication à une couverture par greffe de peau. De la même façon, il est théoriquement possible de protéger et couvrir par une simple greffe un pédicule collatéral exposé sur quelques millimètres mais intact, voire une gaine de fléchisseurs qui, si elle est intacte, est normalement vascularisée. En revanche, si ce même pédicule collatéral vient de faire l'objet d'une réparation microchirurgicale, si la gaine des fléchisseurs est ouverte et *a fortiori* si les tendons fléchisseurs ont été réparés, le recours à une greffe n'est plus possible et un lambeau local de couverture s'impose.

Types de greffe et sites donneurs

Greffe mince

L'utilisation de greffes minces à la face palmaire des doigts est à proscrire. Leur réinnervation médiocre est au second plan mais leur rétraction systématique constitue un handicap majeur. Cette rétraction conduira à un flexum des articulations interphalangiennes. On fera donc appel pour cette région à des greffes épaisses ou de peau totale.

Greffe de peau totale

Si les greffes épaisses d'origine hypothénarienne conviennent pour les petites pertes de substance, il est préférable de faire appel à une greffe de peau totale pour resurfacer une zone étendue correspondant à une unité fonctionnelle voire à deux unités adjacentes (figure 9.42). Il s'agit de circonstances rarement rencontrées en urgence. Le site donneur doit être glabre et accessible lors d'une intervention menée sous anesthésie locorégionale, c'est-à-dire situé sur le membre supérieur lui-même. Nous avons abandonné les prélèvements de greffes de peau totale au pli du coude ou dans le pli palmaire de flexion du poignet, en raison des séquelles esthétiques et parfois fonctionnelles que ces prélèvements occasionnent. La région inguinale nécessitant une anesthésie générale, c'est le plus souvent à la face interne du bras que seront prélevées les greffes de peau de petite surface nécessaires à l'urgence (figure 9.43).

La zone donneuse est convertie en une ellipse au terme du prélèvement et la fermeture assurée par suture simple (figure 9.44). Le greffon est soigneusement dégraissé avant sa mise en place.

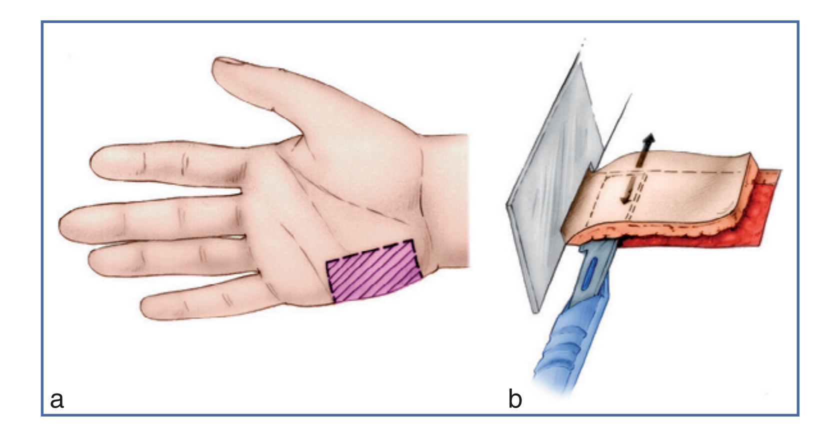


Figure 9.42

Prélèvement d'une greffe de peau épaisse d'origine hypothénarienne.
a. Site donneur.
b. Technique de prélèvement.

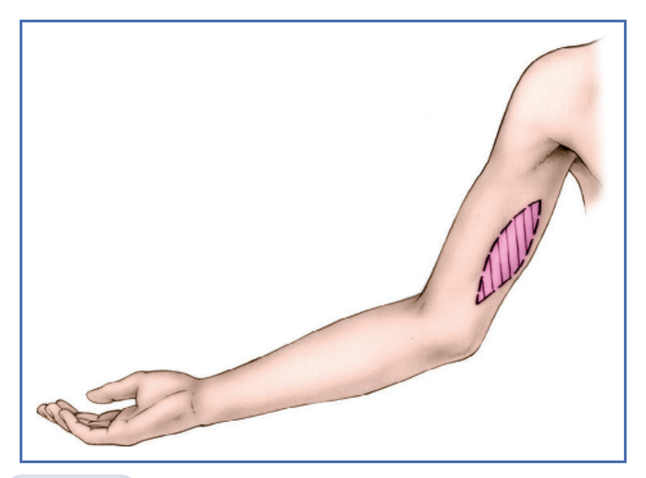


Figure 9.43

Site donneur des greffes de peau totale.

Réalisation technique

Lorsque la perte de substance cutanée est étendue et avoisine les limites de l'unité fonctionnelle cutanée, il est préférable d'étendre cette perte de substance pour lui donner les dimensions exactes des unités fonctionnelles. Le greffon est positionné à points séparés. Soulignons qu'il est indispensable, pour définir les dimensions exactes de la greffe de positionner le doigt à greffer en extension maximum des interphalangiennes. On évitera ainsi de sous-estimer la dimension à donner à la greffe de peau totale. Celle-ci sera appliquée sur son sous-sol au moyen d'un bourdonnet cousu.

Il faut s'assurer par la réalisation d'une attelle de la stricte immobilité du doigt pendant les dix premiers jours que nécessite la prise (figure 9.45).

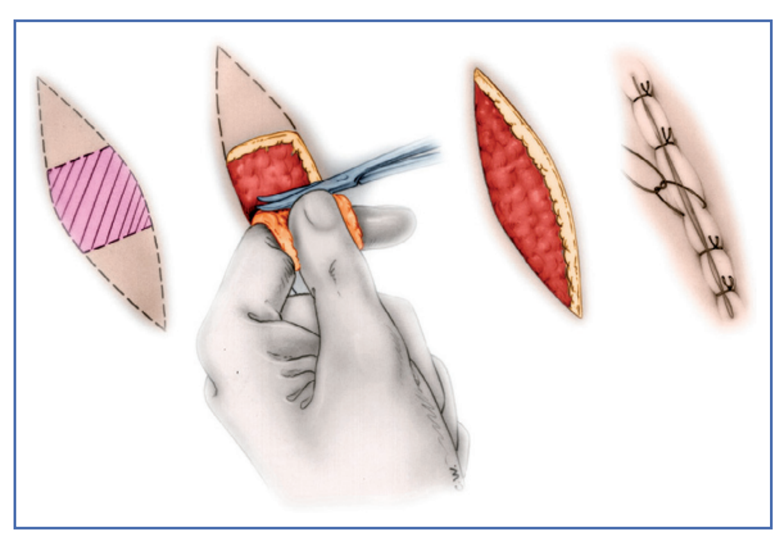


Figure 9.44

Technique de prélèvement d'une greffe de peau totale.

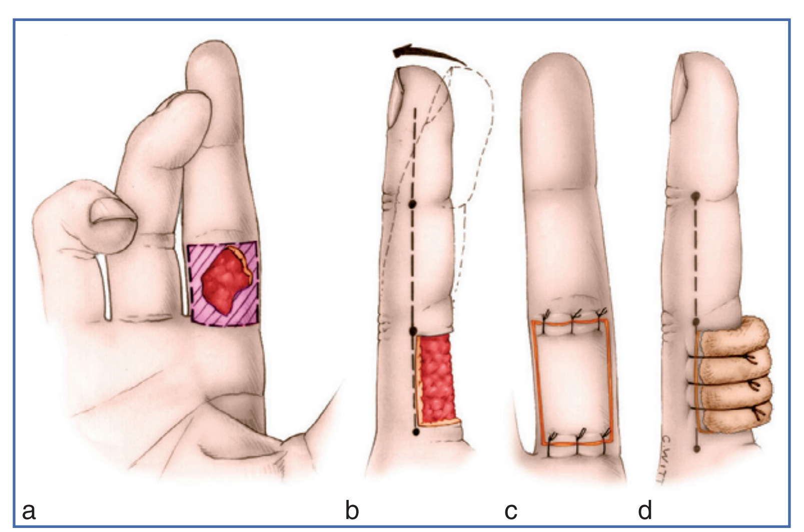


Figure 9.45

Utilisation d'une greffe de peau totale pour le segment digital palmaire moyen.
a. Excision jusqu'aux limites de l'unité fonctionnelle cutanée.
b. Positionnement du doigt en extension avant de définir l'étendue de la zone à greffer.
c. Suture de la greffe.
d. Mise en place d'un bourdonnet cousu.

Lambeaux cutanés homodactyles pour la couverture du segment digital palmaire moyen

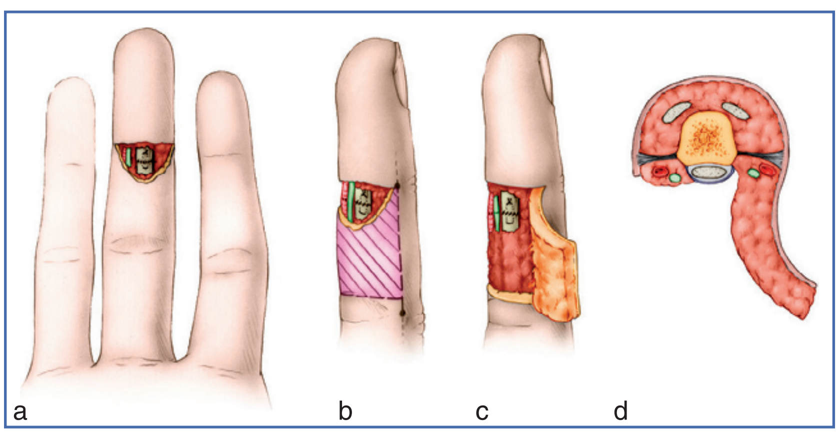
Le prélèvement sur le doigt blessé lui-même d'un lambeau de couverture est toujours la solution idéale lorsqu'elle est réalisable, et c'est à ce type de lambeau que l'on s'adressera toujours en première intention.

Lambeau de Hueston

Il a été décrit dans le chapitre consacré à la reconstruction pulpaire, destinée à laquelle le vouait son auteur [46]. Il est toutefois très utile également dans la couverture de petites pertes de substance palmaire (figures 9.46 et 9.47). Il s'agit, dans cette utilisation à la face palmaire, d'un authentique lambeau « axé » puisque sa charnière inclut l'un des deux pédicules collatéraux palmaires gardé en continuité. Les considérations sensitives étant ici au second plan (dans la mesure où la pulpe est elle-même sensible), le choix du côté de la charnière est fonction de la topographie du défect et de l'existence d'une éventuelle lésion pédiculaire associée. Le premier pédicule rencontré lors de la dissection est abandonné en profondeur et il est préférable de passer à distance des éléments vasculaires et nerveux, les laissant couverts de tissu cellulaire sous-cutané. Le second pédicule est inclus dans la charnière du lambeau. Le site donneur est greffé en peau épaisse prélevée sur l'éminence hypothénar. Notons enfin qu'il est tout à fait concevable, si la localisation du défect l'exige, d'utiliser ce lambeau comme un lambeau de recul, le principe et le mode de vascularisation restant similaire (figure 9.45).

Lambeau latérodigital

La face latérale d'un doigt peut servir de site donneur à un lambeau de transposition. La richesse vasculaire locale autorise la dissection d'un lambeau long et étroit avec une bonne fiabilité. Soulignons qu'il ne s'agit pas d'un lambeau



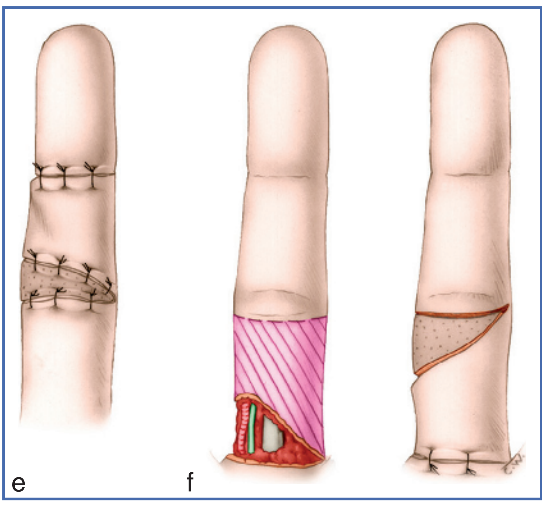


Figure 9.46

Lambeau de Hueston.
a. Perte de substance initiale exposant tendon, fléchisseur et pédicule collatéral.
b, c, d. Dissection du lambeau.
e. Avancement et couverture par greffe épaisse du site donneur.
f. Utilisation d'un lambeau de Hueston en lambeau de recul.

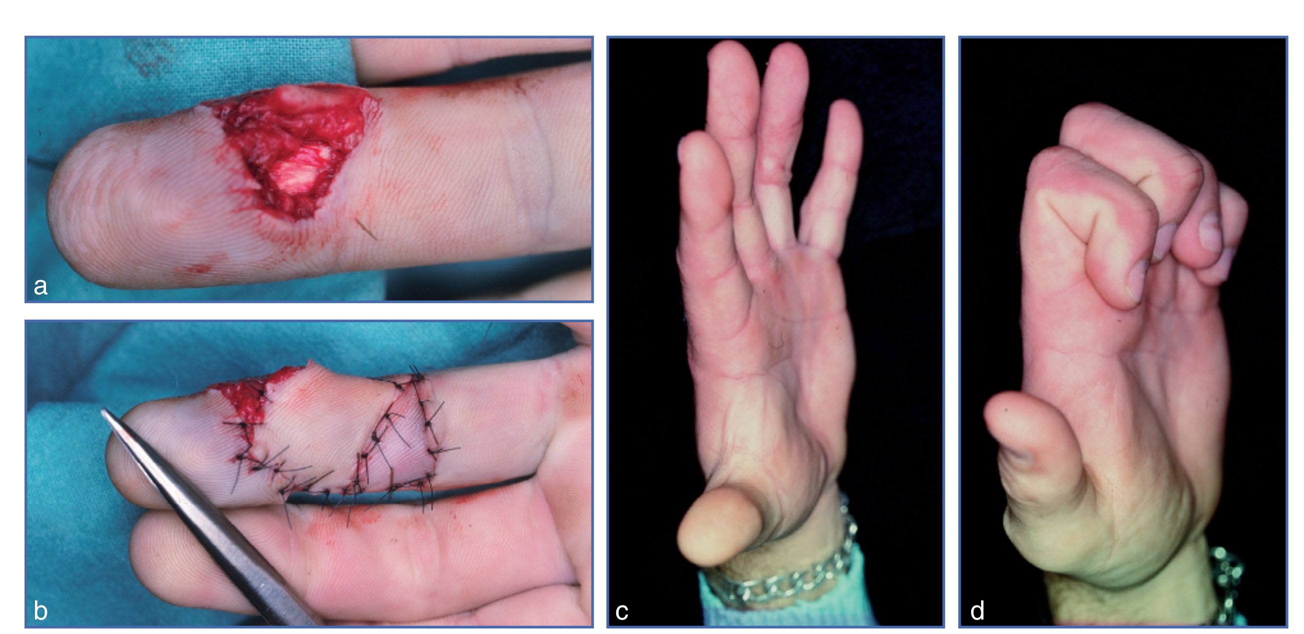


Figure 9.47

Lambeau de Hueston.
a. Perte de substance initiale.
b. Résultat peropératoire.
c, d. Résultat final.

axé, l'épaisseur du lambeau n'incluant pas le pédicule collatéral palmaire. La survie d'un tel lambeau repose donc uniquement sur la richesse du plexus dermique et sous-dermique. De nombreux auteurs dont Boyes [4], Bunnell [11] et Colson [17] ont proposé et décrit les principes techniques de ce lambeau. En pratique, il a surtout largement été utilisé dans la correction secondaire des brides cicatricielles palmaires et commissurales. Sa place en urgence est plus réduite comme nous le reverrons. Le lambeau cutané est tracé selon un grand axe superposable à la ligne médiolatérale, il est donc situé à la frontière entre téguments dorsaux et palmaires. Sa limite distale est représentée par le tiers distal de la phalange moyenne. En proximal, l'incision dorsale s'arrête au pli de flexion basale du doigt, tandis que l'incision palmaire peut, si la rotation l'exige, déborder de quelques millimètres dans la paume proprement dite. L'incision dorsale expose le ligament de Cleland qui doit être incisé sur toute la longueur du lambeau afin d'autoriser son soulèvement. Le lambeau est alors levé de distal en proximal, en abandonnant en profondeur le pédicule collatéral, artère et nerf. Lorsque la dissection atteint la zone commissurale, il convient d'individualiser une veine, toujours présente à ce niveau, qui assure le drainage du lambeau, de la commissure vers l'axe veineux dorsal intermétacarpien correspondant. Sa dissection terminée, il pivote sur sa charnière cutanée proximale et devient capable après une rotation de 90° de combler une perte de substance proximale de la phalange basale. Le site donneur est couvert en utilisant une greffe de peau épaisse prélevée à la lame d'Andersen sur l'éminence hypothénar. Colson conseille, avant la mise en place de cette greffe, de briser l'incision palmaire par une incision oblique permettant la rotation d'un petit lambeau triangulaire [17] (figure 9.48).

La destinée unique de ce lambeau est représentée, en urgence, par les défects traumatiques de la phalange basale. La largeur du tissu disponible ne peut guère dépasser 10 mm. Il apparaît donc comme la solution idéale pour les pertes de substance de faible largeur, de situation proximale et de forme rectangulaire.

Lambeau en îlot vasculaire basé sur l'artère collatérale palmaire

L'utilisation d'îlots cutanés vascularisés par l'artère collatérale palmaire a largement été exposée et défendue au chapitre de la reconstruction pulpaire. L'utilisation d'une artère et d'un nerf collatéral palmaire paraissait alors justifiée pour reconstruire une pulpe. Plusieurs auteurs ont ensuite suggéré d'apporter des modifications à ces îlots neurovasculaires afin de réduire la morbidité du site donneur et par conséquent d'en étendre les indications. Il est ainsi possible de disséquer un îlot cutané non plus palmaire mais dorsal (Büchler [12]). Exploitant la participation de l'artère collatérale palmaire à la vascularisation dorsale des doigts longs, Rose propose une

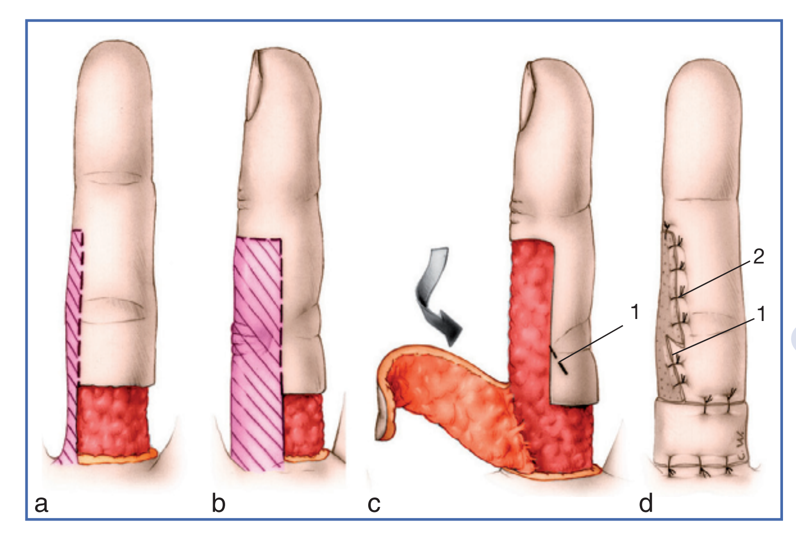


Figure 9.48
Lambeau latérodigital.
a. b. Dessin du lambeau.
c. Dissection. (1) : contre-incision.
d. Rotation du lambeau, couverture du site donneur par une greffe de peau (2) après rotation d'un petit lambeau triangulaire (1).

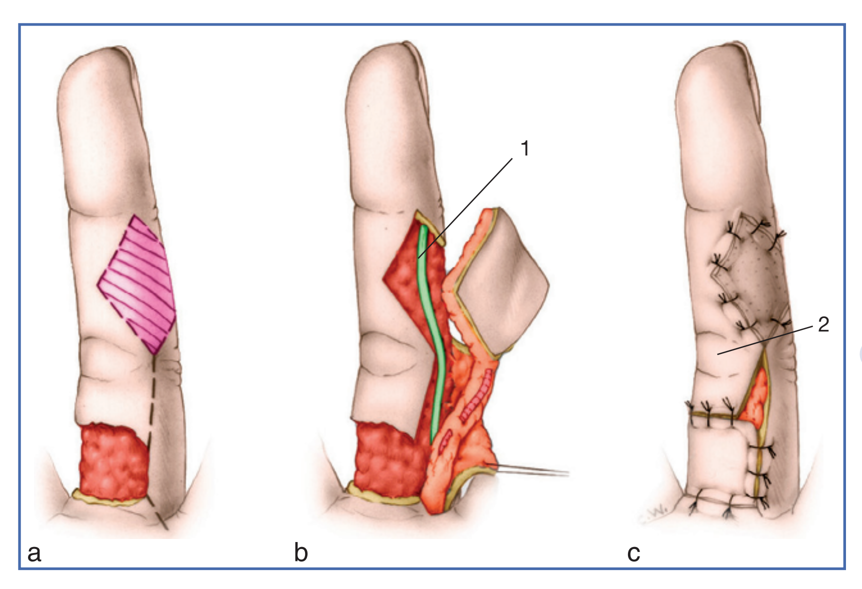
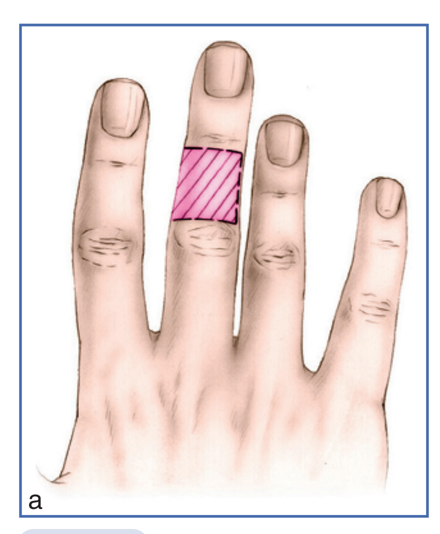
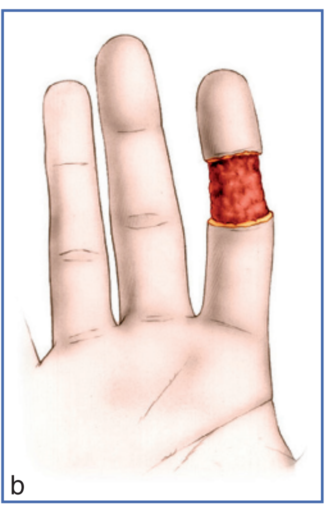
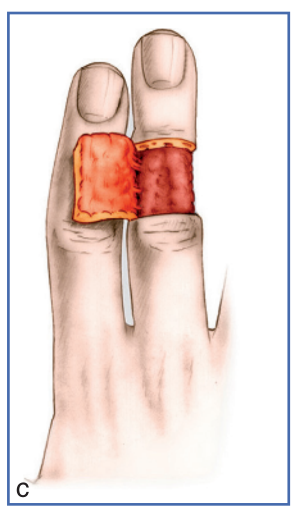


Figure 9.49
Lambeau en îlot sur l'artère collatérale palmaire.
a. Dessin du lambeau.
b. Dissection, le nerf collatéral palmaire (1) est abandonné en profondeur.
c. Le décollement de la valve cutanée (2) permet de loger le pédicule du lambeau. Couverture par greffe du site donneur.

modification similaire où l'îlot cutané est situé sur la phalange moyenne [79]. De forme losangique, cet îlot est mixte, formé pour moitié de peau palmaire et de peau dorsale. La géométrie de ces lambeaux réduit donc la morbidité d'un prélèvement palmaire voire pulpaire tel qu'on le réalise en disséquant un lambeau de Littler. Par ailleurs, le pédicule de ces lambeaux « artériels » n'inclut pas le nerf collatéral palmaire qui est abandonné en profondeur, évitant l'anesthésie gênante d'un hémi-doigt. Ainsi définis, ces lambeaux disposent d'une longueur pédiculaire autorisant leur utilisation sous forme hétérodactyle aussi bien qu'homodactyle. Ils peuvent même être utilisés dans leur forme *a contrario*, alimentés à contre-courant par les arcades anastomotiques entre les deux artères collatérales (voir p. 130). Enfin, leur dissection est possible indifféremment d'un côté ou l'autre du doigt et ce pour n'importe lequel des doigts longs. Leur arc de rotation est étendu et leur utilisation a été proposée aussi bien à la face palmaire qu'à la face dorsale. Toutefois, même ainsi modifiée, cette technique comportant un sacrifice délibéré d'une artère collatérale digitale nous fait rejeter formellement l'usage de ces lambeaux en première intention pour la couverture du segment digital palmaire moyen (et *a fortiori* pour la face dorsale). Un lambeau *cross-finger* classique, un lambeau prélevé au dos de la main nous semblent toujours préférables lorsqu'ils sont possibles. Il reste quelques rares situations où le doigt voisin est indisponible, où aucun lambeau dorsal ne peut être prélevé qui peuvent en justifier l'usage (figure 9.49).







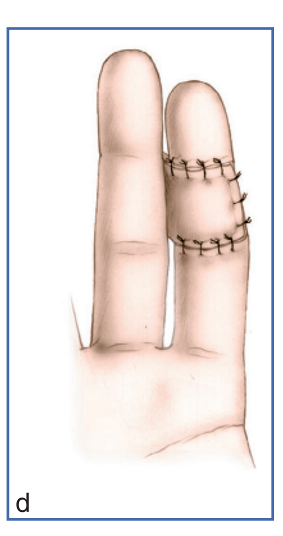


Figure 9.50

Lambeau doigt croisé pour la couverture palmaire.
a. Site donneur.
b. Site receveur.
c. Soulèvement du lambeau du plan de l'extenseur.
d. Suture *in situ*.

Lambeaux cutanés hétérodactyles pour la couverture du segment digital palmaire moyen

Lambeau *cross-finger* ou doigt croisé

L'utilisation de la face dorsale du doigt voisin pour obtenir la couverture du segment digital palmaire moyen, par le biais d'un lambeau à pédicule temporaire est une solution qui reste légitime (figures 9.50 et 9.51).

Sur le plan technique, le lambeau est de forme quadrangulaire et adopte dans l'idéal la surface de l'unité fonctionnelle cutanée dorsale. C'est au prix de ce tracé que les séquelles esthétiques seront les moins grandes sur le doigt donneur. Il peut indifféremment être tracé sur la phalange basale ou sur la phalange moyenne selon qu'il faut resurfacer P1 ou P2 du doigt adjacent. Il est même possible, si les dimensions du défect l'exigent, de prélever ce lambeau conjointement sur P1 et P2. La limite latérale est représentée, côté opposé à la charnière par la ligne médiolatérale. En proximal comme en distal les limites sont celles de l'unité fonctionnelle en évitant si possible de déborder sur la peau dorsale qui couvre les interlignes articulaires interphalangiens. À ce niveau, la peau dorsale est mince et présente un excès relatif de longueur, qu'absorbe l'enroulement et qu'il serait dangereux de supprimer. Le lambeau est clivé des plans sous-jacents représentés par le péritendon de l'appareil extenseur. Ce plan de glissement est richement vascularisé et offre un lit d'accueil satisfaisant pour la greffe. Au niveau des berges proximales et distales du lambeau, l'hémostase par ligature des veines du réseau superficiel dorsal doit être réalisée.

La dissection s'arrête une fois atteinte la ligne médiolatérale marquant la limite de la charnière. À ce stade, il convient d'inciser, au niveau de la charnière, le fascia reliant la peau au périoste et au péritendon de l'extenseur. Une fois ce fascia incisé, on discerne le pédicule sous-jacent et un gain substantiel est obtenu dans la largeur disponible du lambeau. Le lambeau pivote ensuite sur sa charnière et vient s'appliquer sur le site receveur où il est positionné à points séparés. C'est une greffe d'épaisseur intermédiaire prélevée au dermatome à la face palmaire de l'avant-bras qui couvre le site donneur. La peau hypothénarienne, trop rigide, convient mal pour ce site receveur. Le sevrage de ces lambeaux est réalisé vers le quinzième jour par simple section de la charnière. Un dessin judicieux du lambeau lors de sa conception permet d'éviter toute tension au niveau de la charnière et autorise une mobilisation précoce conjointe doigt-donneur, doigt-receveur, sous couvert d'un pansement en syndactylie. À ce prix, les raideurs du doigt donneur sont modérées au moment du sevrage et céderont aux mesures de rééducation et d'appareillage. Le choix hiérarchique de ce lambeau intervient donc bien avant des solutions plus coûteuses telles les lambeaux vascularisés par l'artère collatérale palmaire précédemment évoqués.

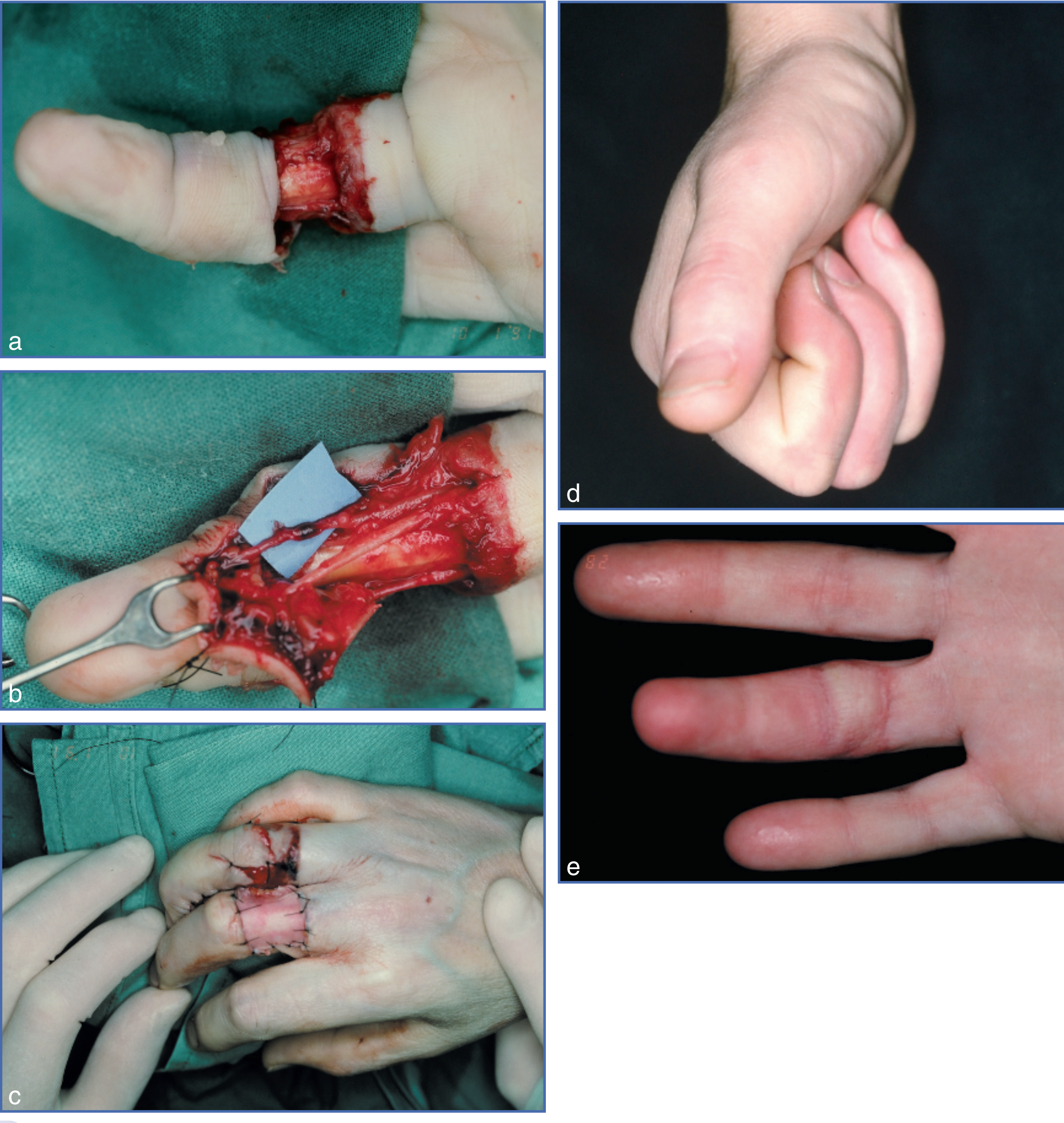


Figure 9.51

Utilisation du lambeau doigt croisé.
a. *Ring-finger*.
b. Exposition des éléments pédiculaires.
c. Lambeau doigt croisé 3/4.
d, e. Résultat.

Lambeaux en îlots de provenance dorsale pour la couverture du segment digital palmaire moyen

Lorsqu'un lambeau local de type Hueston ou latérodigital est insuffisant ou ne peut être réalisé, lorsque le doigt voisin, parce que blessé, est indisponible pour la dissection d'un lambeau *cross-finger*, on peut envisager la couverture du défect par un lambeau en îlot de provenance dorsale. Dans leur version à pédicule direct ou orthograde que nous présenterons d'abord, ces lambeaux ne peuvent prétendre dépasser le niveau du pli de flexion palmaire de l'IPP. Ces limites étant fixées, et dans le cadre strict de leurs indications que nous préciserons, ces lambeaux offrent une solution précieuse de couverture du plan palmaire. Les bases anatomiques précises et les détails techniques concernant

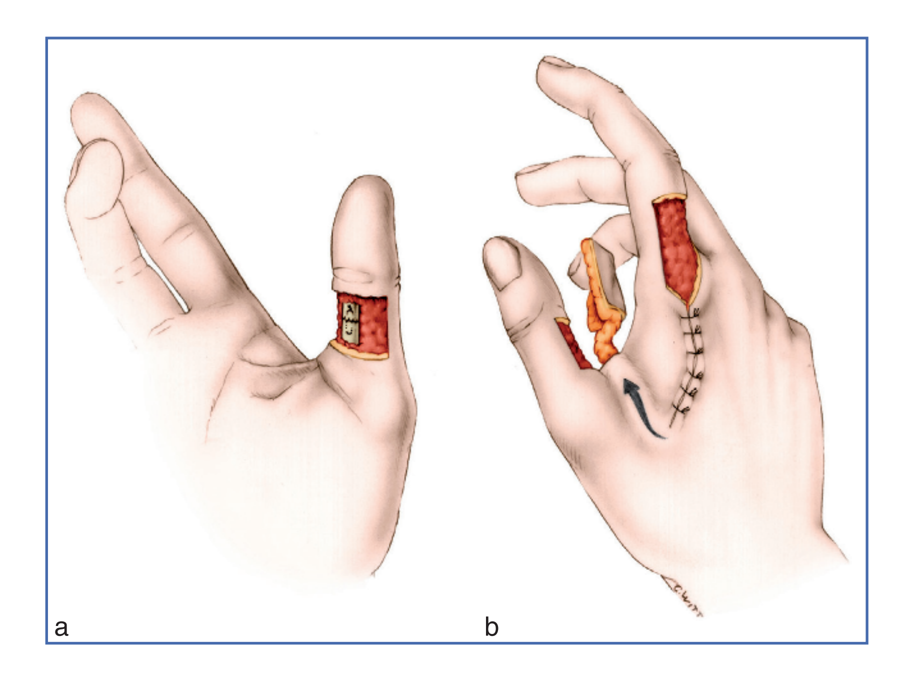


Figure 9.52

Utilisation du lambeau cerf-volant pour la couverture du segment digital palmaire moyen du pouce.
a. Perte de substance exposant une suture du long fléchisseur propre.
b. Tunnellisation à la face dorsale de la première commissure.

ces lambeaux seront décrits au chapitre de la reconstruction dorsale à laquelle ils sont avant tout destinés.

Lambeau cerf-volant (Foucher) [32, 35, 64]

Dévolu avant tout à la reconstruction dorsale du pouce, il peut représenter une solution de couverture du plan palmaire de ce doigt. Nous avons vu qu'il ne s'agissait que d'une solution « moyenne » pour la reconstruction pulpaire. En revanche, il s'agit d'un moyen tout à fait approprié de couverture de P1, surtout si la pulpe au-delà est normalement sensible (figure 9.52). La tunnellisation est réalisée à la face dorsale de la première commissure, ce qui permet d'amener le lambeau jusqu'au niveau du plan palmaire du pouce.

Autres lambeaux en îlots orthogrades de provenance dorsale pour la couverture du segment digital palmaire moyen

Lorsqu'un lambeau cerf-volant n'est pas disponible (en cas, par exemple, d'amputation proximale de l'index), il est possible de disséquer un îlot similaire vascularisé cette fois par la deuxième artère intermétacarpienne dorsale [25, 26]. L'artifice de décroisement avec l'appareil extenseur doit ici être utilisé si l'on veut disposer de la longueur pédiculaire suffisante pour atteindre le plan palmaire du pouce (figure 9.53) (voir p. 156).

En dehors du pouce, ces mêmes lambeaux en îlot de provenance dorsale peuvent être utilisés pour la couverture du segment digital palmaire des doigts longs. Le prélèvement peut s'effectuer à la face dorsale du doigt adjacent.

En dehors du lambeau cerf-volant et de l'îlot de deuxième espace déjà mentionnés, le troisième et le quatrième espace se prêtent également à la réalisation de lambeaux en îlots dorsaux. Pour ces deux espaces cubitaux (3e et 4e) toutefois, les considérations anatomiques locales imposent de disséquer un lambeau à « pédicule court ». Deux facteurs sont à considérer pour déterminer l'arc de rotation de ces lambeaux. Le premier tient à la limite distale du prélèvement qui, à la face dorsale, est représentée par le pli d'extension de l'IPP. Le second facteur est la torsion axiale de 180° du pédicule et son trajet commissural qui en limite encore la longueur utile. Ces lambeaux ne peuvent donc prétendre resurfacer toute l'étendue de la face palmaire d'une phalange. En revanche, ils représentent une solution d'appoint pour la face latérale de P1 et la région palmaire de l'articulation métacarpophalangienne.

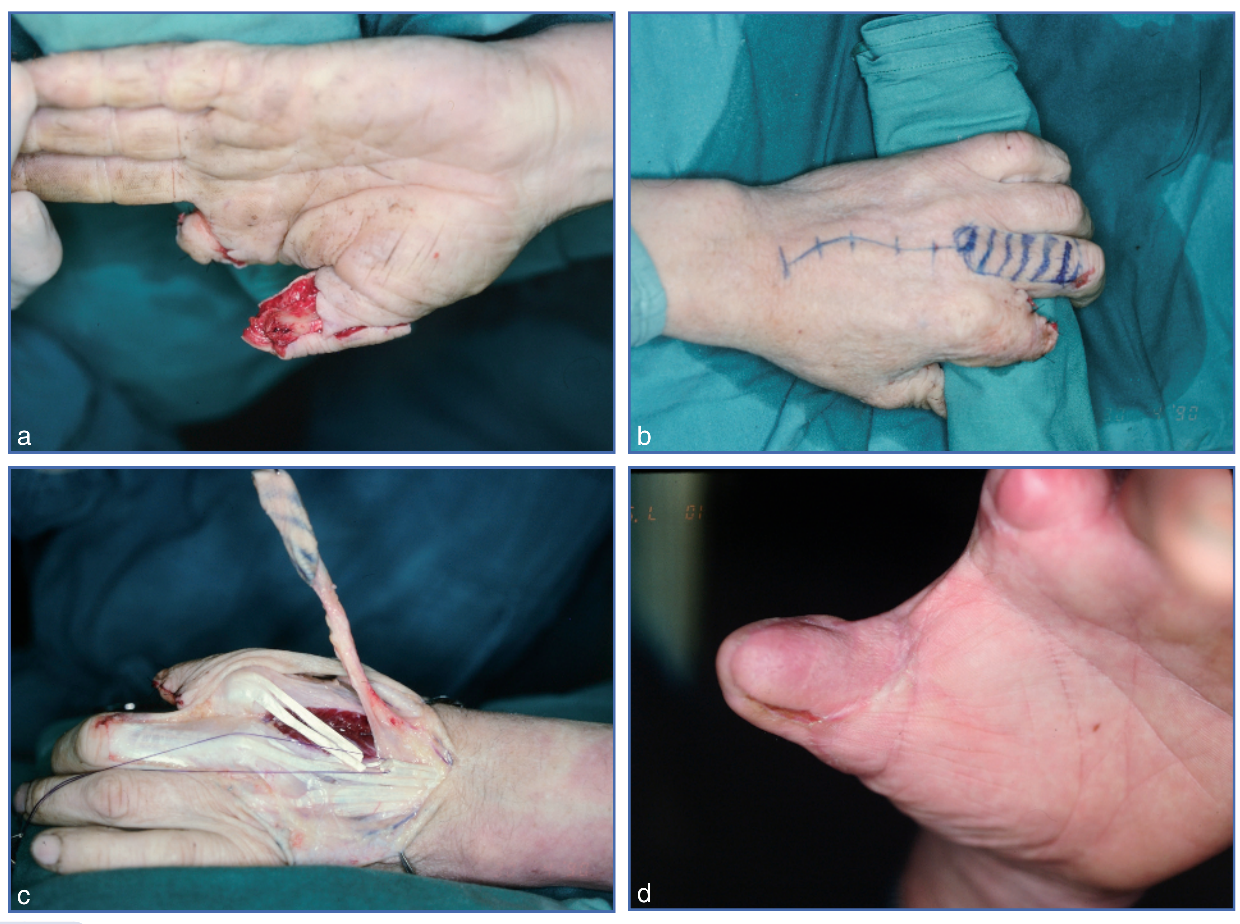


Figure 9.53

Utilisation d'un îlot sensible dorsal prélevé sur le 2e espace pour la couverture de P1 du pouce.
a. Mutilation conjointe pouce et index.
b. Dissection d'un îlot sensible sur le 2e espace intermétacarpien dorsal.
c. Décroisement obtenu par section de l'appareil extenseur.
d. Résultat.

Lambeaux en îlots rétrogrades d'origine palmaire pour la couverture du segment digital palmaire moyen

Lambeau thénarien pédiculé

Le lambeau thénarien dont nous avons déjà évoqué l'usage sous forme libre pour la couverture des petites pertes de substance pulpaire peut aussi être utilisé dans une version en îlot à pédicule distal pour la couverture des pertes de substance palmaire proximales du pouce, de l'index et accessoirement de la face palmaire de la main dans sa moitié ulnaire (figure 9.54).

Bases anatomiques

Les bases anatomiques de ce lambeau ont déjà été évoquées précédemment. Dans sa version en îlot à pédicule distal, le lambeau exploite la présence de connexions anastomotiques entre l'artère radiopalmaire et les branches de l'arcade palmaire superficielle [75].

Technique chirurgicale

Le trajet de l'artère nourricière (artère radiopalmaire, branche superficielle de l'artère radiale) est repéré à l'écho-Doppler et suivi dans son trajet au niveau de la loge thénarienne. Les limites du lambeau sont tracées sur la peau, selon une forme en ellipse et à grand axe parallèle au pli thénarien. Les dimensions maximales semblent être de l'ordre de 4 à 6 cm de long pour une largeur approchant les 3 à 4 cm. L'angle distal du lambeau est situé en un point proche du trajet de l'arcade palmaire superficielle. La dissection commence par individualiser le pédicule artériel proximal, exactement comme

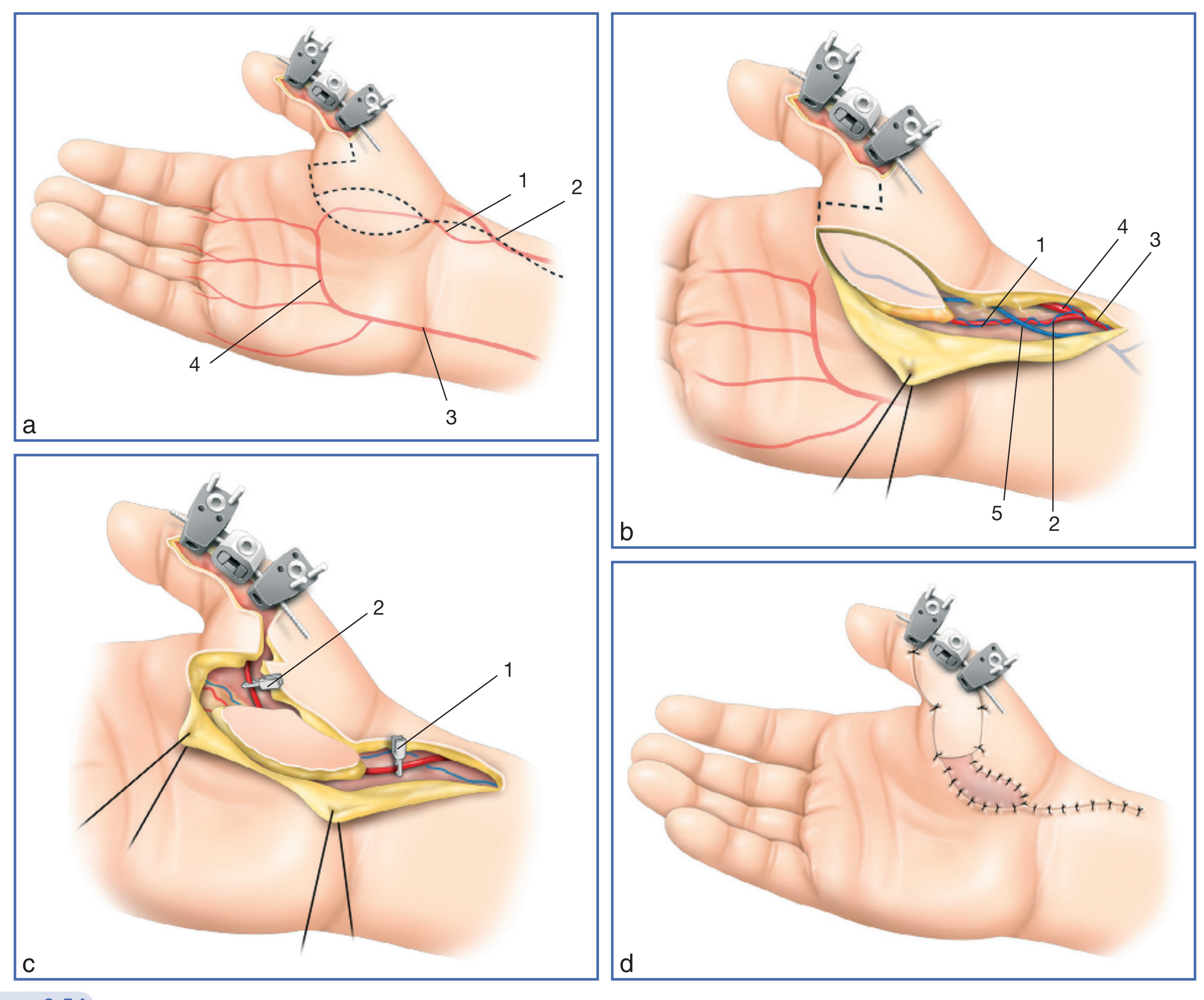


Figure 9.54

Utilisation d'un lambeau thénarien en îlot à pédicule distal pour la couverture du segment digital moyen.
a. Tracé des limites du lambeau. Le point pivot se situe au voisinage de l'arcade palmaire superficielle. 1. Artère radiopalmaire (rameau nourricier du lambeau). 2. Artère radiale. 3. Artère ulnaire. 4. Arcade palmaire superficielle.
b. Dissection du pédicule proximal : l'artère radiopalmaire branche de l'artère radiale est suivie jusqu'à son engagement sous l'angle proximal du lambeau. 1. Artère radiopalmaire. 2. Veines comitantes de l'artère radiopalmaire. 3. Artère radiale. 4. Veines comitantes de l'artère radiale. 5. Veine efférente du lambeau.
c. Épreuves de clampage sur les anastomoses distales. Le premier clamp se situe sur l'artère radiopalmaire en proximal (1), le second est posé sur les connexions anastomotiques avec le réseau palmaire du pouce (2). Le lambeau est désormais alimenté par les seules connexions distales avec l'arcade palmaire superficielle (3).
d. Agencement *in situ* du lambeau. Après sevrage définitif de l'artère radiopalmaire en proximal, le lambeau a pu être basculé sur son point pivot distal. Le site donneur est fermé par une greffe de peau.

s'il s'agissait de la dissection d'un lambeau libre. Le pédicule retrouvé sera isolé sur lac en vue des épreuves de clampage qui vont suivre. La dissection se poursuit en soulevant le lambeau de proximal en distal selon les mêmes étapes techniques que pour le soulèvement d'un lambeau à pédicule proximal. On suivra donc l'artère nourricière dans son trajet qui devient progressivement profond, intramusculaire. Dans cette variante destinée à être disséquée en îlot à pédicule distal, on s'attache cependant à suivre cette artère sur toute l'étendue du lambeau, jusqu'à son angle distal, en préservant au cours de cette dissection toutes les branches collatérales rencontrées, jusqu'à avoir repéré celles à destinée anastomotique. Au voisinage de l'angle distal du lambeau, il peut être judicieux de préserver une charnière de tissu cellulaire

sous-cutané destiné à améliorer le retour veineux de l'îlot cutané. L'étape décisive de la dissection de cet îlot distal est représentée par l'inventaire des communications anastomotiques. Des connexions peuvent être trouvées avec l'arcade palmaire superficielle ou avec le réseau vasculaire palmaire du pouce. Parfois, les deux types de connexion peuvent coexister conférant à ce lambeau deux points pivots potentiels distincts. La réalisation d'épreuves de clampage est la solution technique permettant d'optimiser l'usage de ce lambeau dans sa variante pédiculée en distal. On place un clamp de microchirurgie sur l'artère nourricière à l'angle proximal du lambeau et on relâche le garrot pour juger de l'efficience des anastomoses distales. Il est même possible, en cas de système anastomotique double, de tester sélectivement chacun des deux systèmes de communication. Une fois ce test réalisé avec succès, il devient possible d'effectuer la section entre deux Ligaclip® de l'artère nourricière en proximal, en regard de l'angle proximal du lambeau. *A contrario*, si ces épreuves de clampage s'avéraient négatives, il resterait possible de transformer ce lambeau en îlot en un lambeau libre, basé sur son pédicule proximal.

Arc de rotation

Compte tenu du dessin de ce lambeau et de la localisation de son point pivot, il est utilisable pour le resurfaçage du segment digital moyen de l'index, du troisième doigt ou du pouce (figure 9.55). Il est toutefois difficile d'atteindre le pli de flexion palmaire IPP des doigts longs. Il est aussi possible de couvrir avec ce lambeau des pertes de substance palmaire de la paume, dans sa moitié ulnaire, le lambeau thénarien *a contrario* entrant alors en concurrence pour cette indication avec les lambeaux pédiculés prélevés sur l'avant-bras (lambeau chinois ou interosseux postérieur).

Reconstruction des petites pertes de substance dorsale

Nous traiterons dans cette section de la reconstruction des petites pertes de substance digitale dorsale, de la région des métacarpophalangiennes jusqu'aux confins unguéaux. La reconstruction des délabrements dorsaux de la phalange distale sera évoquée plus loin à la section chapitre des reconstructions unguéales. La face dorsale des doigts est recouverte d'une peau fine, mobile et particulièrement vulnérable. Lorsque la main saisit un outil, la face palmaire des doigts est, du fait même de la prise, relativement protégée. La face dorsale est en revanche très exposée et les lésions multidigitales ne sont pas rares. En raison de la finesse du revêtement cutané, les lésions complexes sont fréquentes, associant à une perte de substance cutanée des lésions osseuses, tendineuses ou articulaires. Comme nous le verrons, la couverture cutanée idéale doit autoriser la reconstruction simultanée des lésions associées et être compatible avec une mobilisation précoce.

Anatomie

Téguments

La face dorsale des doigts est couverte d'une peau fine et mobile. Au voisinage des interlignes articulaires, IPP, IPD et à un moindre degré MP, il existe un excès cutané relatif se traduisant par un plissé caractéristique (figure 9.56).

Cet excès cutané est absorbé lors des mouvements de flexion active des doigts et il faudra donc résister à la tentation d'utiliser ce capital cutané pour fermer une perte de substance cutanée digitale dorsale. De même, toute cicatrice fibreuse rétractile barrant la face dorsale des doigts est à même de compromettre les capacités d'enroulement. La limite de la peau dorsale est représentée par la zone dermique d'insertion du ligament de Cleland [15]. Sous les plans cutanés proprement dits existe une couche de tissu cellulaire sous-cutané qui participe à la constitution du pannicule adipeux et se raréfie encore au voisinage direct des articulations interphalangiennes proximales et distales. Nous verrons qu'il est difficile d'utiliser ces régions pour la réalisation de lambeaux désépidermisés retournés. Le péritendon de l'appareil extenseur est le deuxième élément du système de glissement de la face dorsale des doigts. Il est richement vascularisé et il s'agit comme nous le reverrons d'un lit d'accueil suffisant pour une greffe dermoépidermique.

Comme à la face palmaire des doigts, il est crucial de tenir compte des limites des unités fonctionnelles cutanées lors de la réalisation d'un lambeau ou de la planification d'une incision. La figure 9.57 établit la topographie, à la face dorsale, de ces unités fonctionnelles.

Vascularisation cutanée du segment digital dorsal

Le pouce et les doigts longs se distinguent par les caractéristiques de leur vascularisation dorsale et nous avons déjà vu que le pouce disposait d'une autonomie vasculaire pour sa face dorsale autorisant la réalisation de lambeaux bipédiculés palmaires sans risque de nécrose dorsale [71].

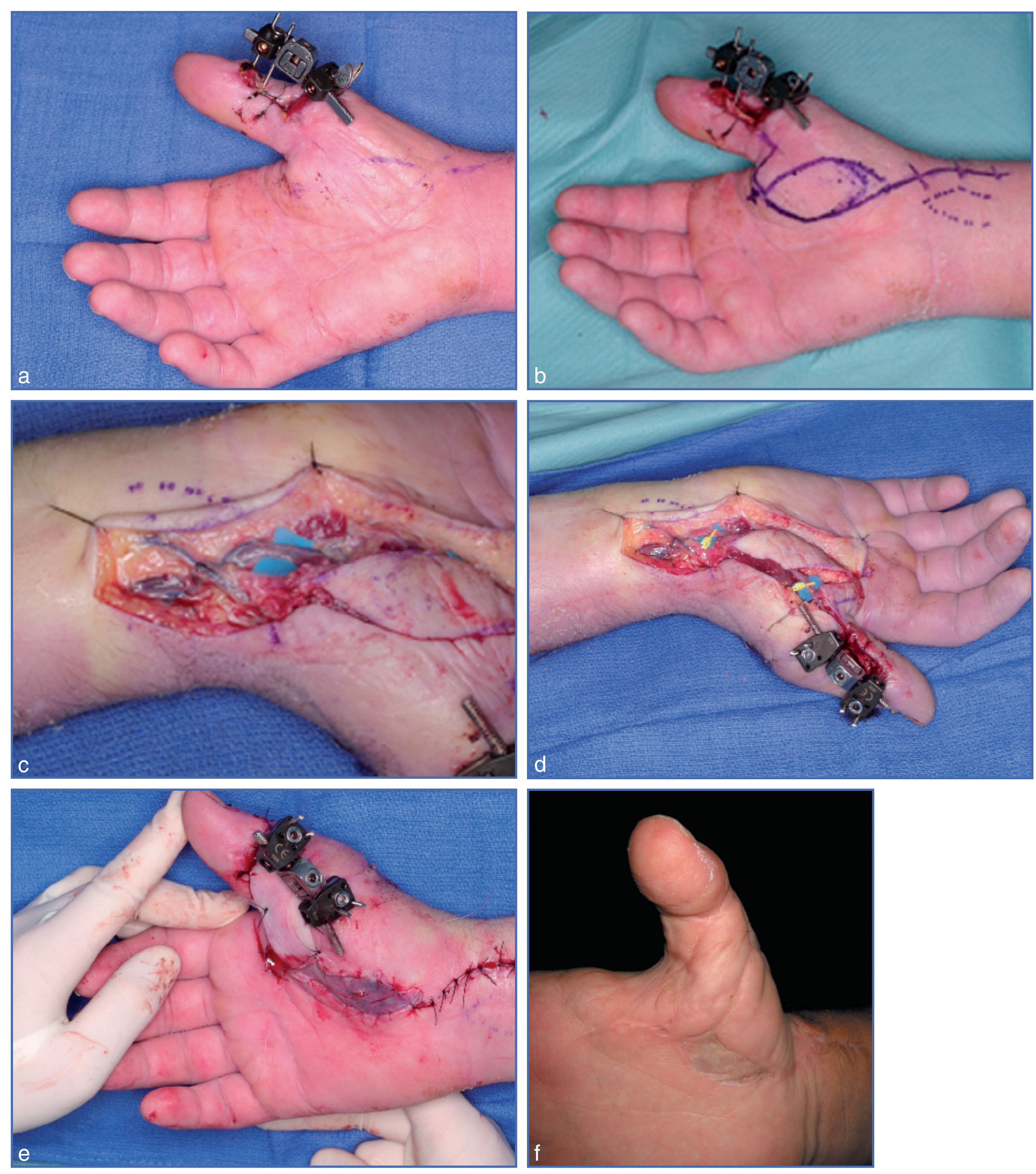


Figure 9.55

Utilisation d'un lambeau thénarien à pédicule distal pour la couverture du segment digital moyen du pouce (observation Dr J. Segret).
a. Ce patient a présenté un scalp dorsal et latéral du pouce droit. La couverture initiale a été assurée par un lambeau interosseux postérieur. La nécrose partielle distale du lambeau expose en partie un foyer de fracture sur P1 du pouce.
b. Tracé d'un lambeau thénarien à pédicule distal. Le trajet de l'artère radiale est repéré à l'écho-Doppler.
c. Dissection du pédicule en proximal : l'artère radiopalmaire est disséquée depuis son émergence de l'artère radiale et suivie à la face profonde de l'îlot cutané, au sein des muscles thénariens.
d. Épreuves de clampage : l'artère radiopalmaire en proximal et les connexions anastomotiques avec le réseau palmaire du pouce ont été clampées. Le garrot est lâché pour juger de la vitalité du lambeau seulement alimenté par les connexions distales avec l'arcade palmaire superficielle.
e. Les épreuves de clampage ayant été franchies avec succès, le lambeau bascule sur son point pivot distal pour gagner le site receveur à la face palmaire du pouce.
f. Résultat au troisième mois montrant la qualité du resurfaçage palmaire obtenu par le lambeau thénarien.

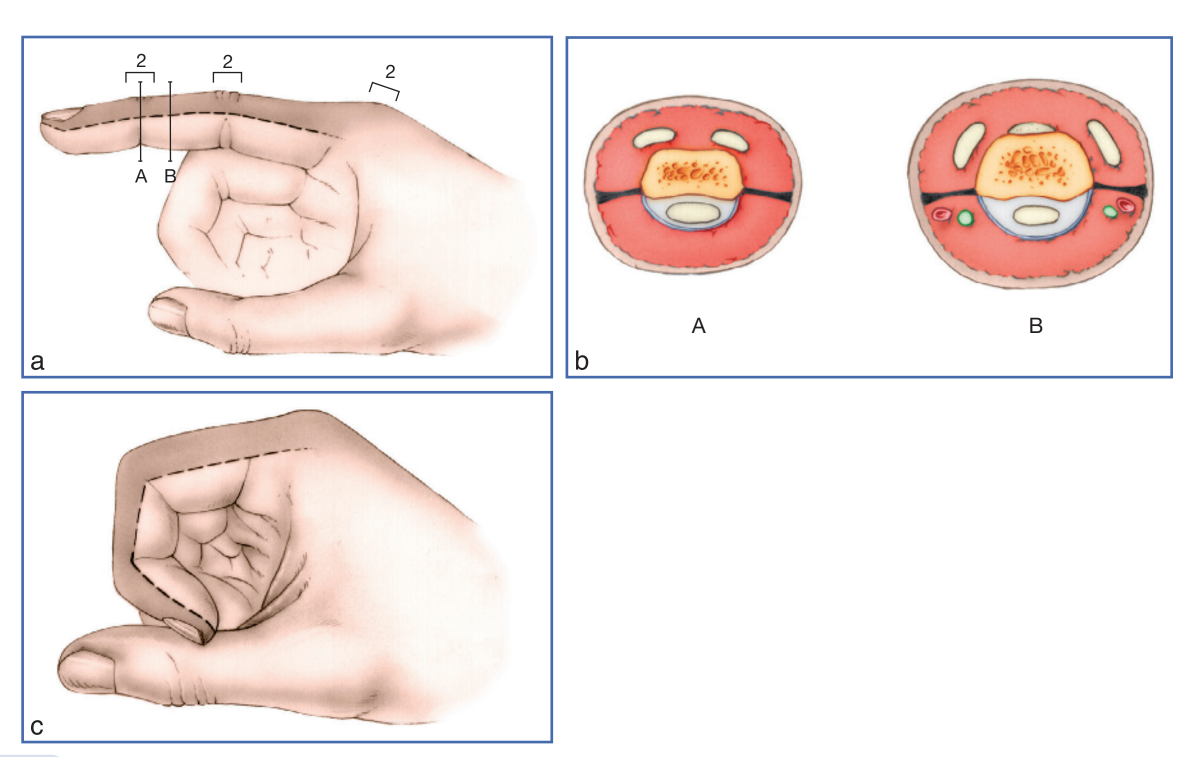


Figure 9.56

Téguments de la face dorsale des doigts.

a. En extension, il existe un excès cutané relatif à la hauteur des interlignes articulaires (2).

b. Coupes transversales au niveau (A) et (B).

c. L'excès cutané est « absorbé » en flexion.

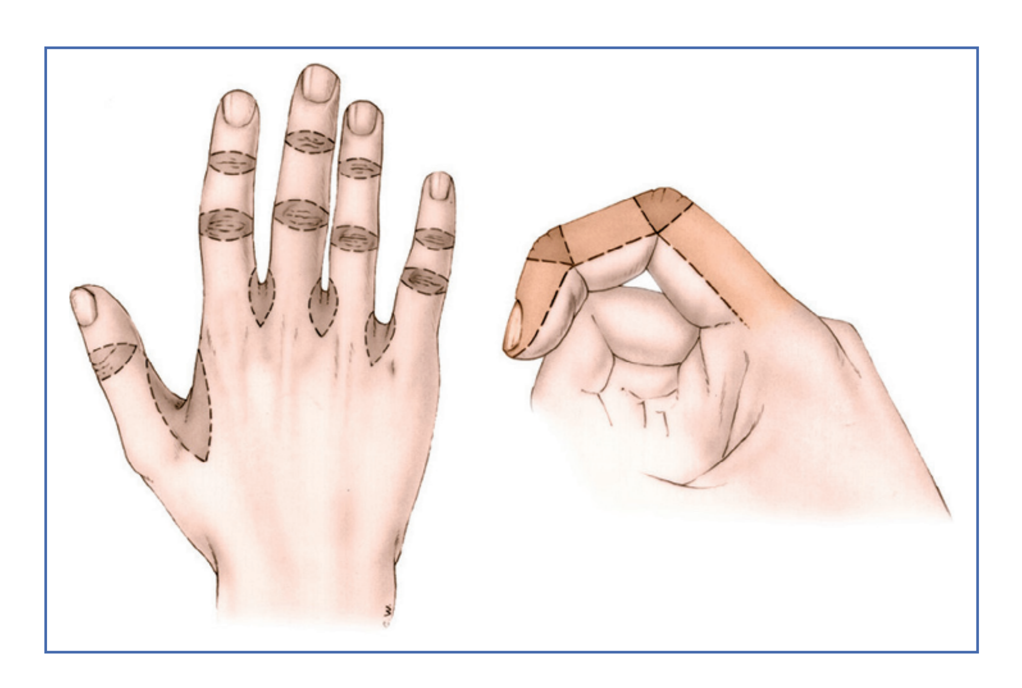


Figure 9.57

Topographie des unités fonctionnelles cutanées à la face dorsale des doigts.

Vascularisation tégumentaire du pouce dorsal

Plusieurs auteurs se sont intéressés à cette vascularisation dorsale (Braun [6], Kuhlmann [51]). L'apport vasculaire aux téguments de la face dorsale du pouce dépend des branches artérielles destinées au pouce dorsal naissant de la radiale au sommet du premier espace interosseux. Il s'agit soit de rameaux indépendants, soit d'une branche collatérale de l'artère métacarpienne dorsale de premier espace. Brunelli [8, 9], au terme d'une étude anatomique portant sur vingt cas, a montré que, quelle que soit leur origine, ces axes artériels dorsaux (bien que de très petit calibre parfois) atteignaient l'extrémité distale du pouce phalangien. L'existence d'anastomoses transversales entre ces axes artériels, l'une au niveau de la région matricielle, l'autre au niveau du col de la première phalange a permis à cet auteur de proposer un lambeau en îlot à flux inversé basé sur l'axe collatéral dorsal ulnaire (figure 9.58) [8].

Vascularisation dorsale des doigts

La participation du système intermétacarpien dorsal à la vascularisation dorsale de la première phalange est constante pour autant qu'il existe un axe vasculaire dorsal intermétacarpien dorsal identifiable. Les deux premiers espaces interosseux dorsaux sont réputés pour la constance de leur anatomie vasculaire [6, 7, 12], même si le vaisseau présent dans l'espace est lui-même sujet à des variations de trajet, d'origine ou de terminaison [24] (figure 9.62).

Il est donc possible, avec une bonne fiabilité, de disséquer des lambeaux en îlot basés sur ces axes intermétacarpiens dorsaux pour chacun de ces deux espaces. Nous avons déjà mentionné et décrirons plus loin le lambeau cerf-volant disséqué sur le premier espace. Earley et d'autres auteurs ont souligné l'utilisation possible en clinique du lambeau métacarpien de deuxième espace [25, 26] figures 9.62.

La technique de dissection de ces lambeaux en îlots dorsaux devra tenir compte des variations anatomiques concernant l'axe vasculaire. La limite distale de l'îlot cutané taillé à la face dorsale de l'index et du médius a fait elle-même l'objet de discussions. La sécurité veut que l'on fixe cette limite aux plis d'extension, en regard de l'interphalangienne proximale. Earley rapporte des cas de nécroses partielles distales lorsque le dessin du lambeau outrepasse cette limite distale et s'étend à la face dorsale de la phalange moyenne [25] (figures 9.59 et 9.60).

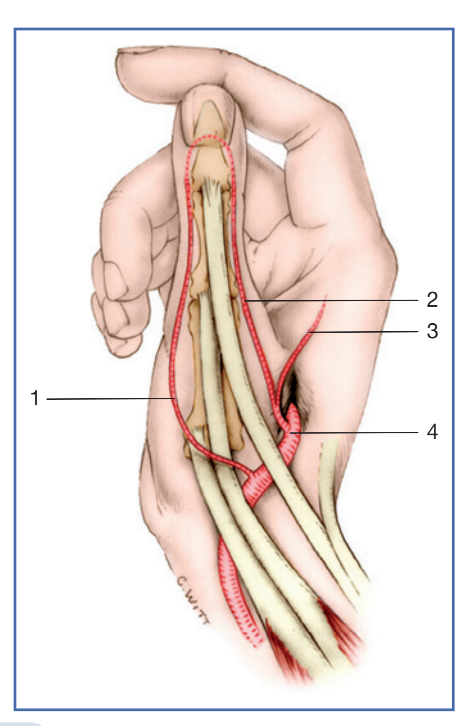


Figure 9.58

Vascularisation tégumentaire du pouce dorsal.
1. Rameau thénarien radial dorsal. 2. Branche dorso-ulnaire issue de la première artère intermétacarpienne dorsale. 3. Première artère intermétacarpienne dorsale. 4. Artère radiale.

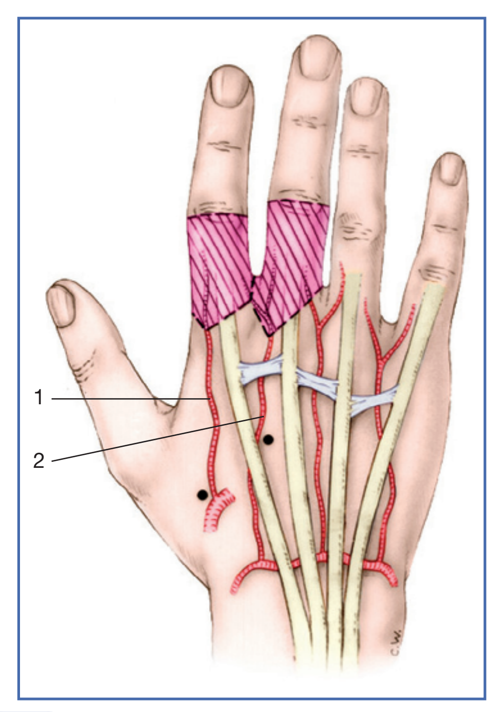


Figure 9.59

Vascularisation tégumentaire dorsale des doigts longs : 1^er^ et 2^e^ espaces intermétacarpiens.
1. 1^re^ artère intermétacarpienne dorsale. 2. 2^e^ artère intermétacarpienne dorsale. En hachuré : le territoire des lambeaux en îlots dorsaux correspondants.

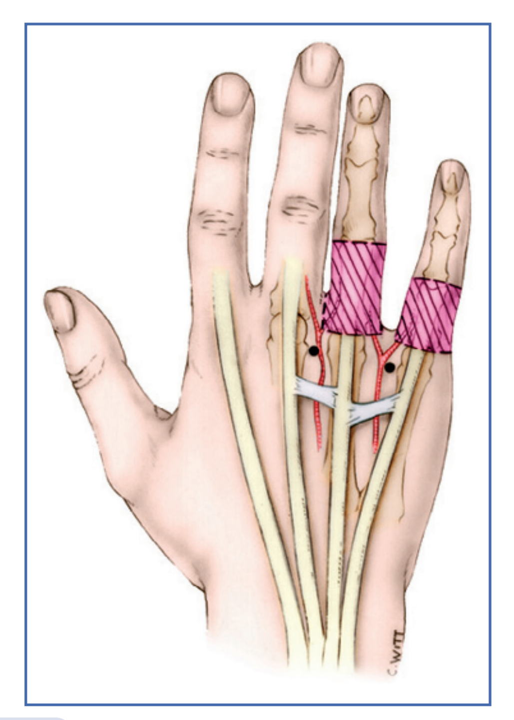


Figure 9.60

Vascularisation tégumentaire dorsale des doigts longs : 3e et 4e espaces intermétacarpiens.
En hachuré : le territoire des lambeaux en îlots dorsaux correspondants.

Les deux espaces cubitaux, (4e et 5e espaces) sont en revanche réputés pour l'inconstance et la variabilité des artères du système métacarpien dorsal. Pour ces deux espaces, il n'est donc pas prudent de disséquer des lambeaux en îlots à pédicule long. En revanche, la dissection de lambeaux sur la face dorsale de la première phalange du quatrième et du cinquième doigt reste possible à condition de se contenter d'un pédicule court. En effet, en arrêtant la dissection sur un point situé entre les têtes métacarpiennes correspondantes, on ménage l'apport vasculaire palmaire (figure 9.58).

Ces lambeaux métacarpiens à pédicule court issus des doigts cubitaux sont d'ailleurs plus que suffisants en pratique clinique puisque destinés avant tout, comme nous le reverrons, à la couverture des doigts adjacents. Ils ne peuvent prétendre, comme les précédents, atteindre la colonne du pouce.

La participation du réseau artériel collatéral palmaire à la vascularisation dorsale est un fait établi dont nous avons déjà mentionné un certain nombre d'applications chirurgicales.

Au-delà de l'interphalangienne proximale, les structures dorsales sont sous la seule dépendance des artères collatérales palmaires pour leur vascularisation. Strauch a individualisé des branches cutanées issues des artères collatérales palmaires selon une distribution constante et répétitive au niveau de chacune des trois phalanges [91]. L'origine de cette branche cutanée se situe à proximité du tiers moyen de la phalange considérée, avant la naissance de l'arcade anastomotique profonde d'Edwards [28] (figure 9.61).

La première de ces branches est destinée à la vascularisation des téguments dorsaux de la première phalange et son réseau terminal s'intrique avec celui de l'artère intermétacarpienne dorsale correspondante.

Le rôle des perforantes commissurales : Levame et Otero ont établi que la région des commissures digitales était particulière sur le plan vasculaire par la richesse des rameaux artériels dits « perforants » à ce niveau [58]. Ces artérioles perforantes proviennent des artères collatérales palmaires et, au terme de leur trajet ascendant, viennent s'anastomoser avec le réseau terminal provenant de l'artère métacarpienne dorsale. Nous avons déjà souligné qu'il fallait tenir compte de ces perforantes lorsqu'on prévoyait d'utiliser un lambeau métacarpien dorsal en îlot au niveau de l'un des deux espaces cubitaux (4e et 5e).

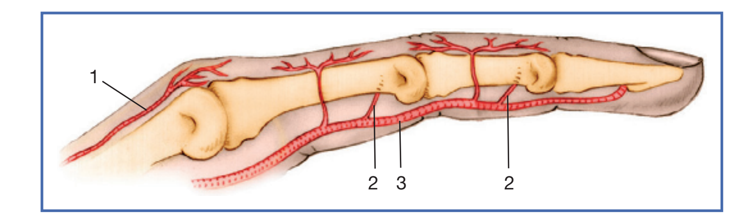


Figure 9.61

Participation du réseau artériel collatéral palmaire à la vascularisation dorsale.
1. Réseau métacarpien dorsal (branches terminales). 2. Arcade anastomotique palmaire. 3. Artère collatérale palmaire.

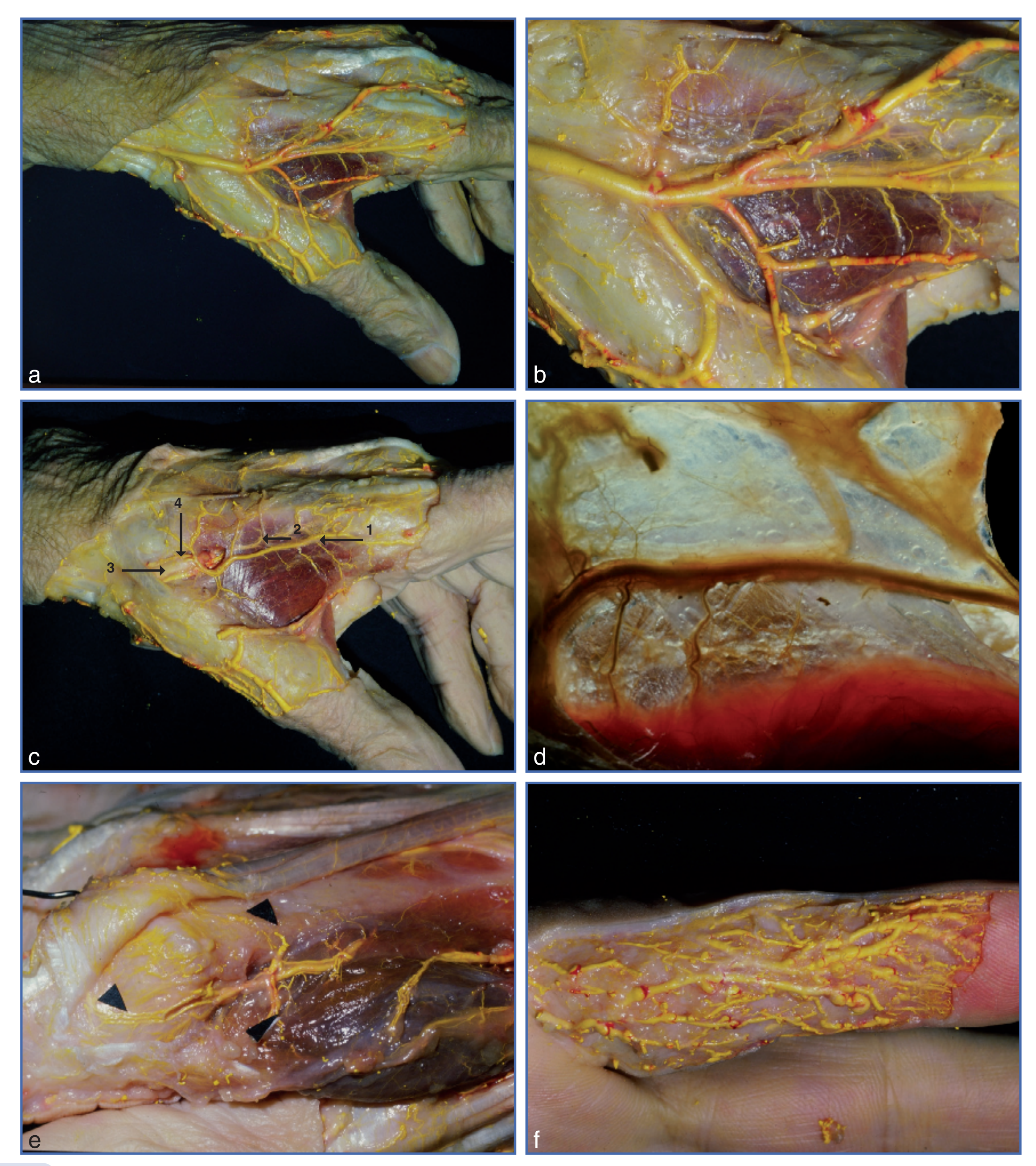


Figure 9.62

Étude par injection du réseau artériel et veineux de la main et des doigts.
a. Dissection du réseau vasculaire de la première commissure. La peau et le tissu cellulaire sous-cutané ont été réséqués. Le réseau veineux superficiel est visible avec le « nœud vasculaire » du sommet du premier espace.
b. Gros plan du réseau veineux superficiel au sommet du premier espace. On trouve à ce niveau un rameau veineux communiquant vertical reliant le réseau veineux profond satellite des artères métacarpiennes avec le réseau veinulaire dorsal superficiel.
c. Après résection du plan veinulaire superficiel, le réseau artériel métacarpien dorsal devient visible, représenté ici par un « système double » avec une première artère intermétacarpienne dorsale superficielle (sus-aponévrotique : 1) et une seconde artère profonde (sous-aponévrotique : 2). L'artère radiale (3) est encadrée de ses deux veines comitantes (4).
d. Vue en transillumination montrant le trajet juxta-aponévrotique d'une artère métacarpienne dorsale de premier espace.
e. Réseau artériel anastomotique au col du second métacarpien. Ce cercle anastomotique met en communication le réseau métacarpien palmaire profond et le réseau métacarpien dorsal. Ces anastomoses doivent être coagulées lors de la levée d'un lambeau cerf-volant.
f. Réseau veinulaire digital. Si le réseau des veines comitantes des artères collatérales est inconstant, il existe un très riche réseau veinulaire superficiel, qui ne devient visible qu'après injection. Lors de la dissection d'un lambeau en îlot pulpaire, le fait de passer « au large » du pédicule permet d'inclure une ou plusieurs de ces veines superficielles.

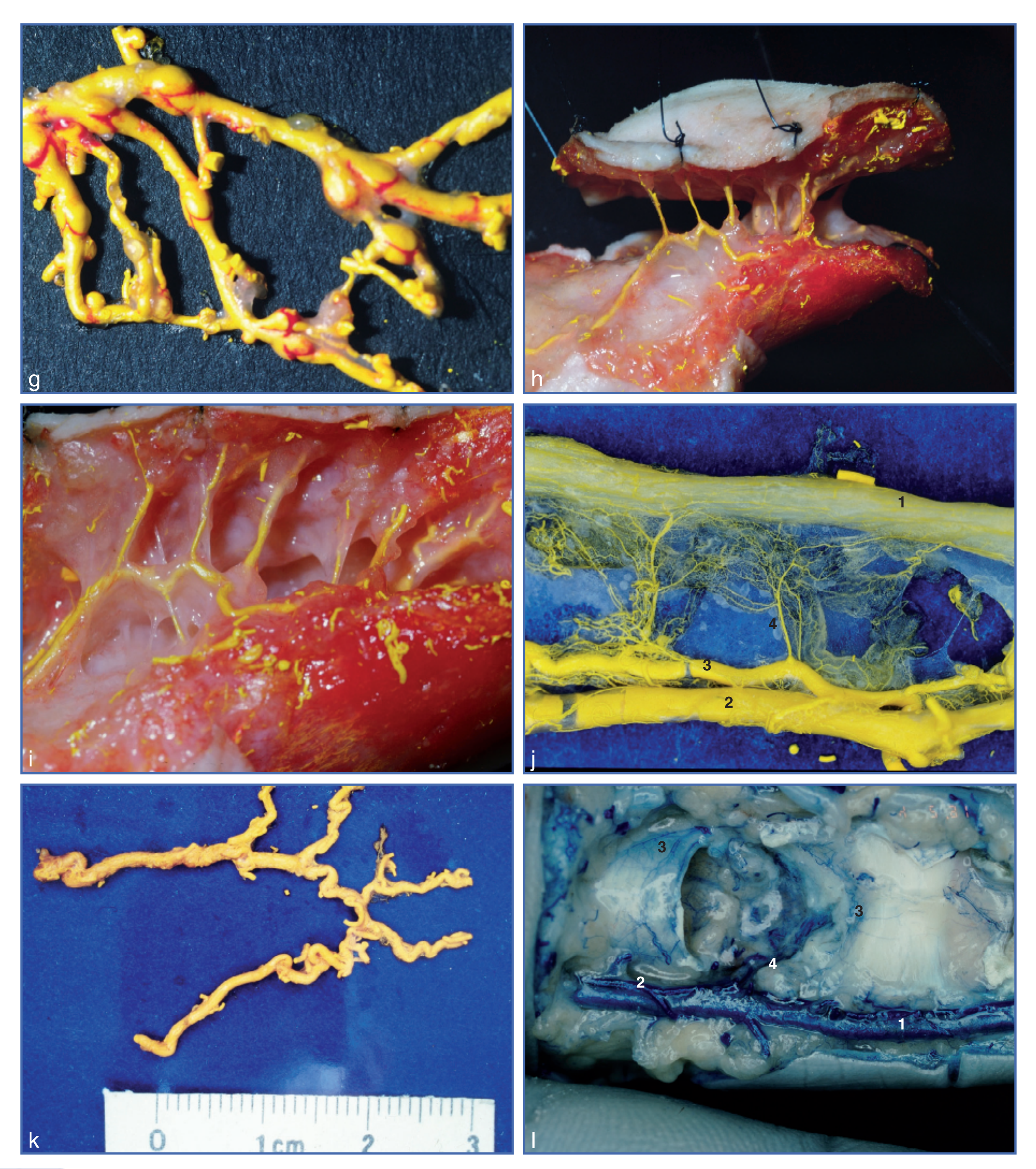


Figure 9.62

Suite.

g. Système veinulaire pulpaire superficiel. Ce réseau est immédiatement sous-dermique. Il peut être recherché en vue d'une anastomose lors de la réalisation d'une replantation distale. Par sa richesse en valvules, il réalise un véritable système « capacitif », participant au tonus pulpaire.
h. Vue des artérioles alimentant la pulpe du pouce à partir de l'arcade pulpaire anastomotique distale : la disposition « verticale » de ces rameaux permet de comprendre le mode d'avancement d'un lambeau pulpaire mobilisé sur une charnière de tissu cellulaire sous-cutané.
i. Vue en gros plan des artérioles à destinée pulpaire issues de l'arcade pulpaire.
j. Échanges vasculaires entre le nerf collatéral palmaire (1), l'artère collatérale palmaire (2) et une veine comitante satellite de l'artère collatérale (3). De fins vaisseaux (4) assurent ces connexions vasculaires et expliquent la possibilité de réaliser des greffes vascularisées composites « monoblocs » nerf + artère.
k. Préparation anatomique montrant une arcade pulpaire et ses branches terminales. Les flexuosités sur l'arcade et ses branches terminales sont bien visibles. Elles pourront être « déplissées » lors de la dissection pour gagner les quelques millimètres qui éviteront un pontage.
l. Vascularisation des poulies de réflexion de la gaine des tendons fléchisseurs à partir des axes collatéraux palmaires : 1 : artère collatérale palmaire, 2 : veine comitante de l'artère collatérale palmaire, 3 : rameau pour la vascularisation de la gaine fibreuse des tendons fléchisseurs, 4 : arcade anastomotique d'Edwards.

Innervation du segment digital dorsal

L'innervation de la face dorsale des doigts dépend conjointement des branches terminales sensitives du nerf radial et cubital et de rameaux sensitifs provenant des nerfs collatéraux palmaires.

En ce qui concerne le pouce, la participation des nerfs collatéraux palmaires à l'innervation sensitive dorsale distale est controversée. Wallace et Coupland considèrent que cette participation est inexistante [103]. Pho, au contraire, considère comme constante la présence de rameaux issus des nerfs collatéraux palmaires distaux [74]. Cet auteur en fait même le principe d'un lambeau en îlot qui a déjà été décrit (voir p. 128).

Pour les doigts longs, il est en revanche bien établi que le nerf radial et le nerf cubital fournissent des rameaux sensitifs qui s'épuisent à la face dorsale de la première phalange. Au-delà de l'IPP, l'innervation sensitive provient des branches du nerf collatéral même si les capacités de discrimination y sont moindres que pour un îlot palmaire. Toutefois, l'exacte limite distale du territoire sensitif du nerf radial et du nerf cubital est probablement variable. Foucher conseille la pratique de blocs anesthésiques sélectifs avant d'utiliser un lambeau cerf-volant sous forme d'un lambeau sensible [35].

Utilisation des greffes de peau à la face dorsale des doigts

Elle obéit à des règles similaires à celles que nous avons déjà formulées pour la face palmaire. La condition requise pour l'emploi d'une greffe cutanée quelle qu'elle soit est l'existence d'un sous-sol de qualité, bien vascularisé. À la face dorsale des doigts, il est ainsi possible de poser une greffe cutanée sur le tissu cellulaire sous-cutané, voire sur le péritendon de l'appareil extenseur, à la condition expresse que celui-ci soit intact. Ce seul péritendon sera capable, après maturation, d'assurer un espace de glissement suffisant pour l'appareil extenseur. Ici encore, la délimitation d'une zone à greffer doit s'effectuer selon les unités fonctionnelles commissurales telles qu'elles ont été décrites. Pour couvrir à la face dorsale de petites surfaces, telles celles mises à jour par l'avancement d'un lambeau local, une greffe prélevée sur l'éminence hypothénar suffit habituellement. En revanche, une greffe plus vaste destinée à la couverture d'une unité phalangienne sera prélevée en peau épaisse au dermatome, à la face palmaire de l'avant-bras.

Lambeaux locaux

Lorsque le sous-sol est impropre à une greffe, la couverture par un lambeau s'impose. C'est la parfaite maîtrise de ce temps de couverture cutanée qui va autoriser toutes les reconstructions sous-jacentes. Inversement, cette reconstruction dans le même temps de lésions associées tendineuses, osseuses ou articulaires n'a de sens qu'à condition de les protéger par un revêtement cutané de qualité. Le choix du lambeau idéal est ici encore dicté par les conditions locales. Pour un même résultat à terme, c'est la solution la plus fiable avec une morbidité moindre qui sera retenue.

Lambeaux locaux homodactyles

Avant d'envisager de prélever un lambeau à distance, il convient de chercher une solution faisant appel au doigt blessé lui-même comme site donneur.

Lambeau bipédiculé d'avancement ou de recul

Il s'agit d'une solution simple adaptée aux pertes de substance transversale, perpendiculaires à l'axe du doigt. Ces lésions s'accompagnent souvent d'une lésion sous-jacente de l'appareil extenseur. Il faut alors résister à la tentation de fermer la peau en tirant parti de l'excès cutané relatif obtenu sur le doigt en extension. La fermeture serait effectivement obtenue au prix d'une tension indue au niveau de la zone de suture, apparaissant en flexion active (figure 9.63).

Une simple incision de décharge, parallèle à la plaie, associée à un décollement du lambeau passant à ras du péritendon de l'extenseur suffit à mobiliser un petit lambeau. Même si la fermeture du site donneur est possible par simple cica-

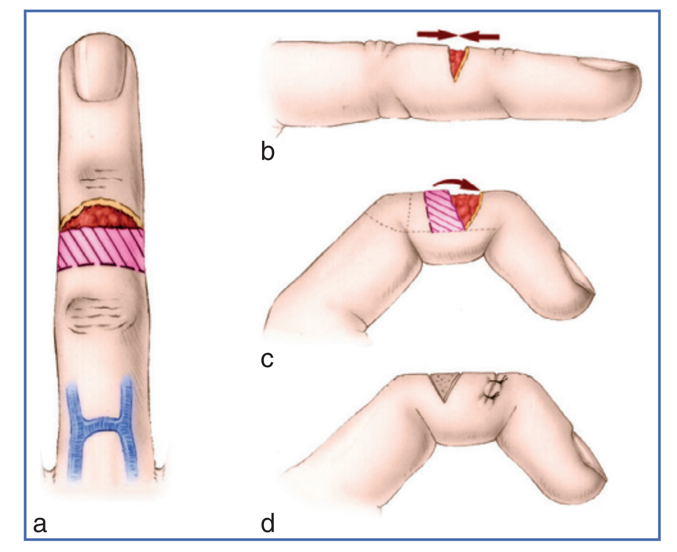


Figure 9.63

Lambeau bipédiculé d'avancement ou de recul.
a. Perte de substance initiale et dessin du lambeau.
b. En extension, la fermeture primaire serait presque possible.
c. Le défect montre ses réelles dimensions en flexion.
d. Avancement d'un lambeau bipédiculé et greffe du site donneur.

trisation dirigée, nous préférons, pour le confort du patient, couvrir ce site donneur par une greffe de peau épaisse.

Lambeau quadrangulaire d'avancement rotation (« Hueston dorsal »)

C'est improprement qu'on l'assimile au lambeau de Hueston puisque ce dernier est un authentique lambeau « axé », incluant dans sa charnière l'un des pédicules collatéraux palmaires. Il s'agit ici d'un lambeau quadrangulaire dont les limites sont celles d'une unité fonctionnelle phalangienne. Il est décollé du plan sous-jacent du péritendon de l'extenseur en prenant garde de réaliser l'hémostase soigneuse des veines superficielles au niveau de ses bords proximal et distal. L'avancement procède à la fois d'une translation et d'une rotation et il peut être facilité par la réalisation d'un « back-cut » au niveau de sa charnière. L'avancement crée une perte de substance triangulaire qui est greffée en peau épaisse. Deux lambeaux peuvent être disséqués sur le même doigt, l'un étant utilisé sous forme d'un lambeau d'avancement, l'autre en lambeau de recul. Cette solution peut, en particulier, être utilisée au niveau de l'interphalangienne proximale. L'adossement de ces deux lambeaux quadrangulaires sur la convexité de l'articulation permet de combler une perte de substance inaccessible par son étendue à un lambeau unique. Toutefois, même par cet artifice qui juxtapose deux lambeaux similaires, les capacités de couverture restent modestes. Cette technique est ainsi appropriée à la couverture des pertes de substance à grand axe transversal (perpendiculaire à l'axe du doigt). Un lambeau unique ne peut prétendre couvrir une perte de substance supérieure à 1 cm dans sa plus grande largeur (figures 9.64 et 9.65).

Lambeau de tissu cellulaire sous-cutané homodigital [100–102]

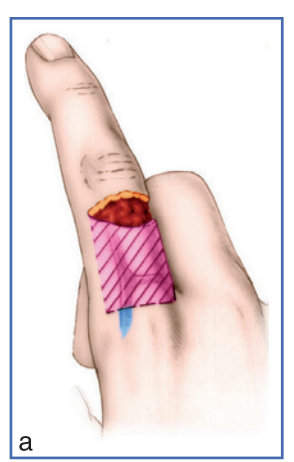
Principe et bases anatomiques

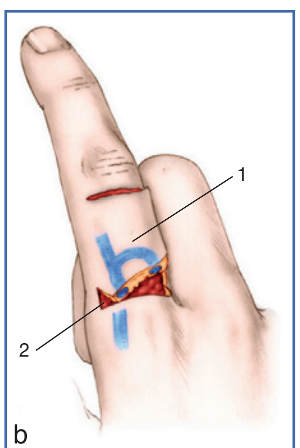
Le tissu cellulaire sous-cutané tapissant la face palmaire du segment digital moyen est vascularisé à partir de branches collatérales des artères collatérales. Dans son principe, ce lambeau utilise un rectangle de tissu cellulaire sous-cutané, pivotant de 180° autour d'un axe représenté par l'une de ces artères collatérales palmaires.

Dissection du lambeau

La dissection débute par le soulèvement d'un lambeau quadrangulaire dermoépidermique, disposant d'une charnière située sur le côté opposé à celle du futur lambeau de tissu cellulaire sous-cutané. Le choix du siège de la charnière du lambeau dépend uniquement de la topographie de la perte de substance à couvrir. En effet, l'arc de rotation n'autorise pas la couverture de la totalité de la face dorsale d'une phalange. Ce lambeau est plutôt adapté à la couverture des pertes de substance à grand axe longitudinal, concernant la phalange proximale ou moyenne, et asymétrique, c'est-à-dire n'atteignant pas la limite dorsolatérale de l'unité fonctionnelle cutanée, au moins d'un côté (figures 9.66 et 9.67).

La dissection se poursuit par le soulèvement du bord distal du lambeau de tissu cellulaire sous-cutané, en regard du pédicule collatéral palmaire. Cette dissection est délicate, et le lambeau doit être manipulé avec précaution





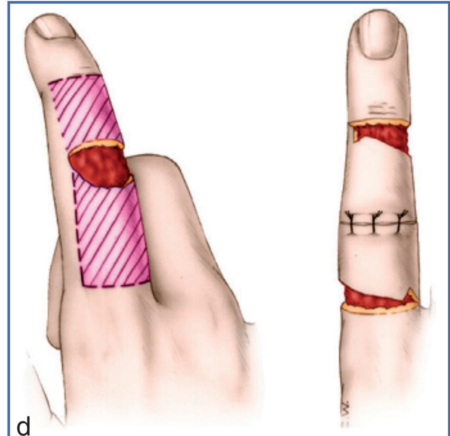
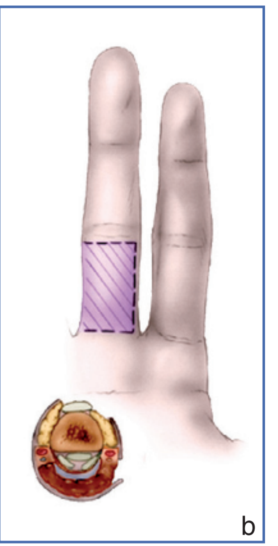


Figure 9.64

Lambeau quadrangulaire, d'avancement rotation dit « Hueston dorsal ».
a. Perte de substance et dessin du lambeau.
b. Avancement du lambeau (1), facilité par un « back-cut » (2).
c. Greffe du site donneur.
d. Association de deux lambeaux similaires, l'un d'avancement, l'autre de recul pour une perte de substance plus étendue de l'IPP.

Figure 9.65

Utilisation des lambeaux quadrangulaires dorsaux.
a. Perte de substance de l'IPP du 3[e] doigt et de l'IPD de l'index.
b. Un lambeau de « Hueston dorsal » suffit pour l'index ; sur le 3[e] doigt, l'association d'un lambeau similaire à un lambeau quadrangulaire de rotation à charnière distale est nécessaire.
c. Résultat.



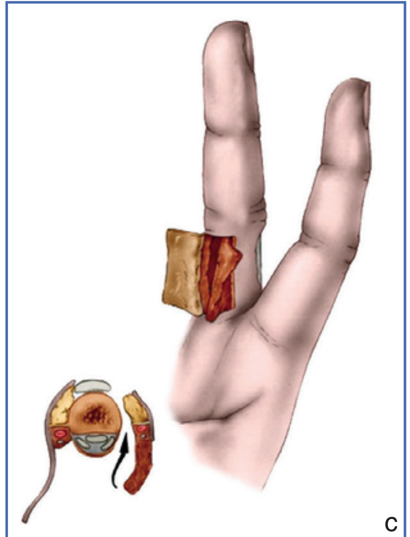


Figure 9.66

Lambeau de tissu cellulaire sous-cutané homodigital pour la face dorsale.
a. Perte de substance sur P1 du 3[e] doigt, exposant l'appareil extenseur, excentrée, n'atteignant pas la ligne médiolatérale cubitale.
b. Tracé du volet dermoépidermique.
c. Soulèvement du lambeau de tissu cellulaire sous-cutané.
d. Suture *in situ* du lambeau homodigital de tissu cellulaire sous-cutané, qui est couvert par une greffe de peau mince.

Figure 9.67

Lambeau de tissu cellulaire sous-cutané homodigital pour la face dorsale.
a. Perte de substance de la face dorsale de l'IPP sur l'index et le 3e doigt. La bandelette médiane sera reconstruite par une plastie de retournement.
b. Prélèvement d'un lambeau quadrangulaire de tissu cellulaire sous-cutané à partir de la face palmaire de P1.
c. Le lambeau vient couvrir et protéger la reconstruction de l'appareil extenseur.
d. Résultat après cicatrisation : les deux lambeaux ont été couverts par une greffe de peau mince.

car il n'est constitué que de tissu cellulaire sous-cutané. La face profonde du lambeau est progressivement clivée de la gaine du fléchisseur. Le point clé de la dissection est représenté par la dissection de la charnière du lambeau et sa tunnellisation. Il faut en effet ménager par la dissection un espace suffisant sur le versant médial du pédicule collatéral palmaire, autorisant le passage du lambeau entre ce pédicule et les structures ostéofibreuses adjacentes (face latérale de la gaine du fléchisseur et de la phalange). Cette dissection impose la section du ligament de Cleland.

Au terme de cette dissection, le lambeau peut être suturé aux berges de la perte de substance, puis couvert d'une greffe de peau mince dermoépidermique. Le volet dermoépidermique soulevé initialement au niveau du site donneur est ensuite reposé et suturé *in situ*.

Ce lambeau a l'avantage d'une couverture en un temps. Il ne sacrifie aucun axe artériel digital. Il garde l'inconvénient d'un prélèvement à la face palmaire du doigt, avec ses inconvénients mécaniques potentiels, pour une couverture dorsale, et n'est donc pas dans notre pratique envisagé en première intention.

Lambeau cutané en îlot vascularisé par l'artère collatérale palmaire, à destinée dorsale

Ce lambeau fait partie des lambeaux homodactyles puisque prélevé sur le doigt blessé lui-même. C'est l'unique raison qui le fait figurer ici au quatrième rang après la description des lambeaux précédents. En effet, nous avons vu précédemment que la réalisation d'un lambeau sacrifiant une des deux artères collatérales palmaires était envisageable

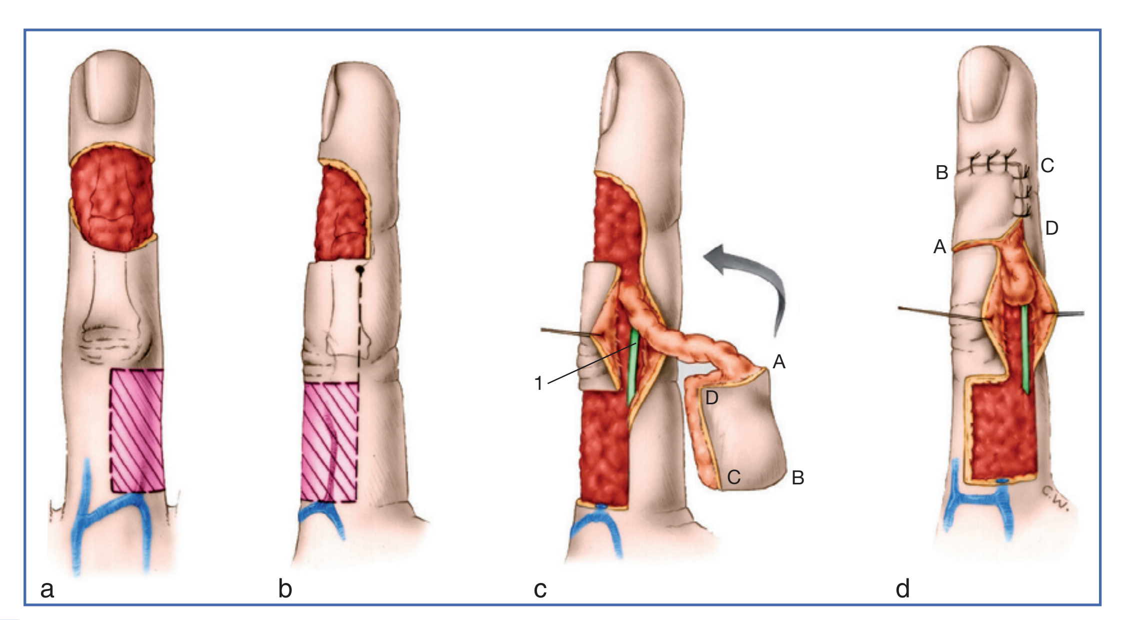


Figure 9.68

Îlot cutané *a contrario* à destinée dorsale, vascularisé par l'artère collatérale palmaire.
a. Territoire du lambeau et point de rotation (arcade anastomotique au col de P2).
b. Dissection qui abandonne le nerf collatéral (1) en profondeur.
c. Le lambeau *in situ*, greffe du site donneur.

pour la reconstruction pulpaire et, à la rigueur, en l'absence d'autre solution, au niveau du segment palmaire moyen. En revanche, ce sacrifice nous semble difficile à justifier pour le seul bénéfice d'une couverture dorsale (figure 9.68).

Dans son principe, cette technique est similaire à celle déjà décrite pour la pulpe. Elle s'adresse avant tout aux pertes de substance dorsale distales, au voisinage de l'interphalangienne distale et c'est donc dans sa forme à flux rétrograde que le lambeau est utilisé. L'îlot cutané est dessiné sur P1 et la dissection repère l'artère collatérale palmaire au niveau du bord proximal du lambeau. L'hémostase des veines superficielles incluses dans l'îlot cutané est réalisée à ce stade. Il n'est ni utile, ni même souhaitable, d'essayer de préserver l'une de ces veines superficielles en continuité avec le pédicule.

Comme dans tout îlot vascularisé par la collatérale palmaire, le retour veineux s'effectuera par les veines comitantes de l'artère collatérale et le réseau de veines adventitielles, en collaboration avec le réseau veinulaire palmaire superficiel. La dissection s'effectue de proximal en distal, après avoir sectionné entre deux ligatures l'artère collatérale palmaire au bord proximal du lambeau, en prenant garde de préserver toutes les connexions entre artère collatérale et îlot cutané. Le nerf collatéral, en revanche, est abandonné en situation profonde et palmaire. L'alimentation de ce lambeau s'effectuera grâce aux branches à destinée dorsale de la collatérale palmaire déjà mentionnées. L'artère collatérale palmaire étant, quant à elle, alimentée à contre-courant par son homologue controlatérale à travers l'arcade d'Edwards distale et l'arcade pulpaire. Les capacités de couverture de ce lambeau sont étendues, car l'on pourrait très bien étendre l'îlot cutané à toute la surface de la phalange proximale. Répétons que cette technique reste cependant pour nous un « dernier choix » compte tenu de sa morbidité.

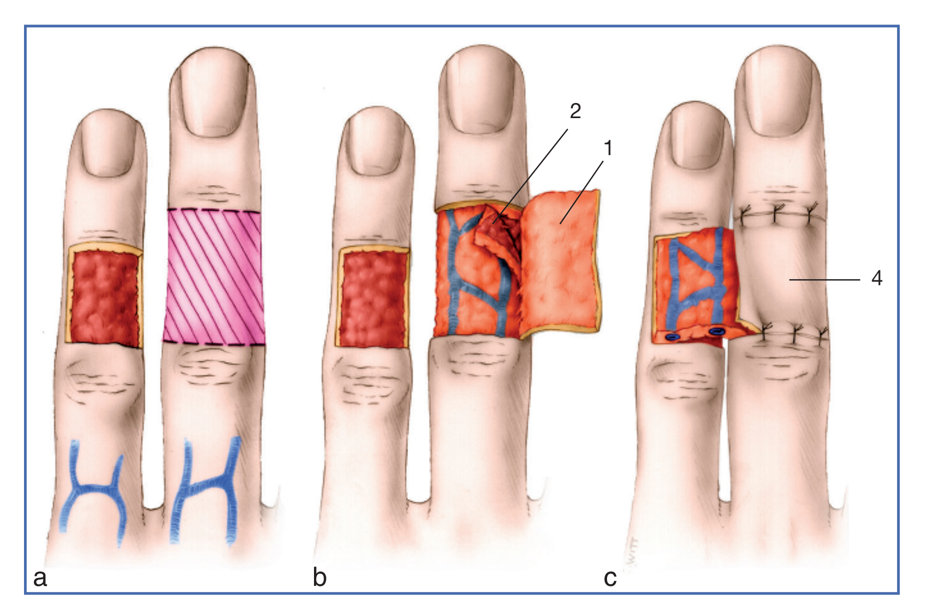
Lambeaux *cross-finger* à destinée dorsale

Lambeau cross-finger *désépidermisé retourné*

Plusieurs raisons interdisent d'utiliser le doigt voisin pour tailler sur sa face palmaire un lambeau *cross-finger* à destinée dorsale. D'une part, le sacrifice de la peau palmaire d'une phalange proximale ou moyenne est d'une morbidité conséquente. D'autre part, cette peau palmaire est trop épaisse, insuffisamment souple pour se prêter à la couverture d'une perte de substance dorsale (figures 9.69 et 9.70).

En revanche, il reste possible d'utiliser des lambeaux *cross-finger* pour couvrir la face dorsale des doigts sous la forme de lambeaux désépidermisés retournés prélevés sur la face dorsale du doigt adjacent. Ce type de solution a été évoqué par plusieurs auteurs [3, 58, 68].

Le tracé du lambeau est ici encore celui d'une unité phalangienne cutanée dorsale. La charnière, comme la limite



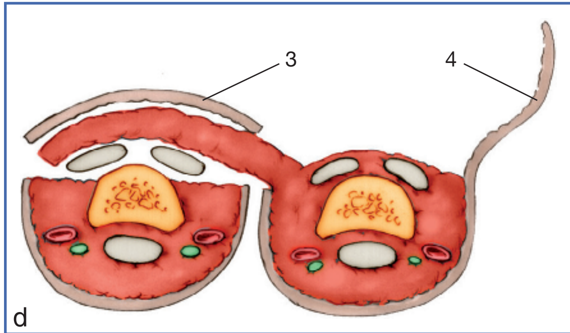


Figure 9.69

Lambeau doigt croisé, désépidermisé retourné.
a. Défect et site donneur (hachuré).
b. Désépidermisation en monobloc (1) puis soulèvement du lambeau (2) sur une charnière opposée.
c, d. Le volet épidermique (4) est rabattu pour couvrir le site donneur. Une greffe mince (3) recouvre le lambeau.

latérale du lambeau se situeront sur la ligne médiolatérale. Il convient de choisir deux doigts adjacents de longueur comparable (par exemple, il est malaisé de disséquer sur le cinquième doigt un lambeau destiné au quatrième). Si la taille et la topographie du défect à couvrir l'exigent, on peut être amené à utiliser comme site donneur une surface cutanée dont les limites ne sont pas celles de l'unité fonctionnelle cutanée. Il est cependant dangereux de vouloir disséquer un lambeau de petite taille centré sur une zone articulaire, IPP ou IPD. À ce niveau, la très faible épaisseur du pannicule adipeux sous-cutané rendrait difficile sinon impossible la dissection.

La désépidermisation doit s'effectuer au bistouri soulevant un lambeau épidermique dont la charnière est située du côté opposé à la charnière du lambeau proprement dit. Effectué sous loupe, ce temps est délicat mais, correctement effectué, il garantit contre la survenue ultérieure d'inclusions épidermiques. Ces inclusions s'extériorisent secondairement sous forme de kystes épidermoïdes et étaient rencontrées lorsque la désépidermisation s'effectuait au dermatome. L'usage du dermatome est malaisé à la face dorsale des doigts en raison de la convexité de la surface à désépidermiser. Plusieurs passages sont nécessaires et le produit de désépidermisation n'est le plus souvent pas réutilisable pour la couverture du site donneur.

Une fois le lambeau épidermique soulevé, le lambeau de tissu sous-cutané est à son tour soulevé, clivé du plan sous-jacent du péritendon de l'extenseur. L'hémostase des veines superficielles doit être réalisée au bord proximal et au bord distal. Le lambeau pivote sur sa charnière et vient couvrir le site receveur, sur le doigt adjacent, où il est positionné à points séparés. Le lambeau est couvert d'une greffe de peau mince prélevée à la face palmaire de l'avant-bras, tandis que le lambeau épidermique est resuturé en place.

Figure 9.70

Utilisation du lambeau doigt croisé, désépidermisé retourné.
a. Perte de substance dorsale de P2, exposant le périoste et l'appareil extenseur, la bandelette latérale radiale de l'extenseur a disparu.
b. Préparation du lambeau : le volet épidermique a été soulevé, le tissu cellulaire sous cutané, porteur du réseau veineux superficiel apparaît.
c. Au 15e jour, le sevrage a été réalisé.
d. Résultat final.

Nous réalisons le sevrage au voisinage du douzième jour même si certains auteurs ont suggéré des sevrages beaucoup plus précoces vers le septième jour [68], compte tenu de l'excellente aptitude à l'autonomisation de ces lambeaux. Les séquelles esthétiques sur le site donneur sont moindres depuis que nous utilisons l'artifice de la désépidermisation monobloc. De plus, le sevrage précoce dès le douzième voire le dixième jour, la possibilité de mobiliser conjointement les deux doigts sous couvert d'un pansement en syndactylie ont fait disparaître les risques de raideur séquellaire du doigt donneur.

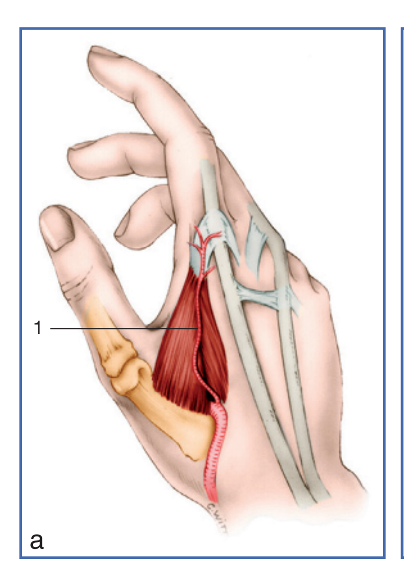
Ce lambeau est capable de couvrir la totalité d'une unité fonctionnelle phalangienne, il représente notre premier choix thérapeutique pour la couverture des pertes de substance dorsale de la phalange moyenne, lorsqu'un des « petits lambeaux » homodactyles précédemment décrits est insuffisant. Pour la face dorsale de P1 et de l'IPP, ce lambeau entre en concurrence comme nous allons le voir, avec les lambeaux métacarpiens dorsaux directs et *a contrario*.

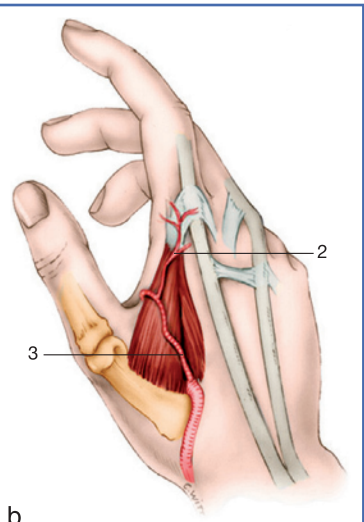
Lambeaux en îlots dorsaux

L'usage des lambeaux en îlots neurovasculaires de provenance dorsale a déjà été évoqué à de multiples reprises car ils pouvaient représenter une solution « de repli » pour la couverture de perte de substance pulpaire ou palmaire. Leur destinée essentielle est cependant dorsale est c'est ici que nous détaillerons leurs bases anatomiques et techniques.

Lambeau cerf-volant

L'utilisation de la face dorsale de l'index pour la réalisation de lambeaux cutanés sensibles débute avec Holevich [44]. La réalisation de lambeaux neurovasculaires en îlots à partir





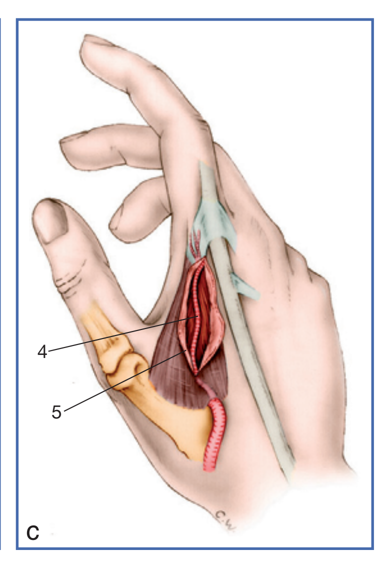


Figure 9.71

Variations vasculaires au niveau du premier espace interosseux dorsal.
a. Situation sus-aponévrotique de la première artère intermétacarpienne dorsale (1).
b. Rameau commissural médian (3) donnant une branche collatérale destinée à la MP de l'index (2).
c. Variété profonde (sous-aponévrotique) de la première artère intermétacarpienne dorsale (4). Les variétés superficielles (A) et profondes (C) peuvent coexister sur un même spécimen. (5) aponévrose.

de ce site donneur a ensuite été proposée par Foucher [32, 35]. C'est exclusivement sous cette forme d'un îlot vrai que nous l'utilisons.

Anatomie (figure 9.71)

Sur le plan vasculaire, l'apport artériel à l'îlot cutané provient du réseau vasculaire intermétacarpien dorsal de premier espace. La description princeps de ce lambeau faisait référence aux travaux anatomiques de Braun et considérait l'existence d'une artère intermétacarpienne dorsale de premier espace unique et constante situé le long du bord radial du deuxième métacarpien [6, 7]. Depuis, d'autres travaux anatomiques ont été publiés conduisant à nuancer cette description [22, 24].

Si le réseau vasculaire dorsal est toujours présent au niveau du premier espace autorisant la dissection de cet îlot, il existe de nombreuses variations anatomiques. La situation superficielle sus-aponévrotique de l'artère n'est pas intangible. Dans certains cas, elle se situe en fait sous l'aponévrose du premier muscle interosseux dorsal, représentant la variété profonde de la première artère intermétacarpienne dorsale. Cette artère profonde peut coexister avec la variété superficielle de la première artère intermétacarpienne dorsale réalisant ce que nous dénommons un système « double ». Dans d'autres cas, un volumineux rameau artériel que nous nommons « commissural médian » occupe la bissectrice de l'espace interosseux et abandonne quelques branches destinées à la peau dorsale de l'index avant de contourner le bord libre de l'espace interosseux pour rejoindre le réseau artériel palmaire. Enfin, il est probable que de fins rameaux dits « cutanés directs », superficiels et proches des branches sensitives du nerf radial participent à la vascularisation du lambeau. Ces variations influeront, comme nous le verrons, sur les détails de la technique de prélèvement.

L'innervation du lambeau est assurée par les branches de division du nerf radial. Le rameau destiné à la face dorsale de l'index est inclus dans le pédicule lors de la dissection. Toutefois, lorsque le prélèvement cutané se prolonge jusqu'à l'IPP, il arrive que la partie distale du lambeau soit sous la dépendance non plus du radial mais d'une branche dorsale du nerf collatéral palmaire [35].

Technique chirurgicale

L'îlot cutané est tracé à la face dorsale de l'index. Sa limite distale est représentée par le pli d'extension de l'interphalangienne proximale. En proximal, il faut toujours inclure au lambeau la peau couvrant l'articulation métacarpophalangienne de l'index, quitte à désépidermiser la partie proximale du lambeau si elle n'est pas utile à la couverture du défect. C'est en effet au voisinage du col chirurgical du deuxième métacarpien que s'effectue l'arborisation en ses branches terminales de l'artère intermétacarpienne dorsale de premier espace. La limite latérale du lambeau

est la ligne médiolatérale. L'incision en S allongé qui va permettre la dissection du pédicule rejoint le sommet du premier espace interosseux. Après incision de la peau, les éléments superficiels du pédicule sont exposés. On identifie une veine superficielle et la branche sensitive du nerf radial destinée à l'index sans chercher toutefois à disséquer séparément chacun de ces éléments. Toute l'ambiance graisseuse autour du pédicule est au contraire emmenée en monobloc. C'est le moyen d'inclure au sein du pédicule les fins rameaux artériels cutanés directs mentionnés précédemment (figure 9.72).

Cette dissection mène en profondeur sur l'aponévrose du premier muscle interosseux dorsal. Celle-ci est incisée de manière à inclure une languette aponévrotique au pédicule du lambeau. L'incision de l'aponévrose côté radial doit se situer au-delà de la bissectrice de l'espace interosseux, de manière à emmener à coup sûr une artère intermétacarpienne dorsale qui adopterait la forme d'un rameau commissural médian. Du côté cubital, cette même incision aponévrotique rase le périoste du deuxième métacarpien. C'est seulement à ce stade de la dissection que l'artère nourricière du lambeau est le plus souvent visible, au-dessus ou au-dessous d'elle suivant la forme anatomique rencontrée. À l'angle proximal de l'incision l'artère radiale et l'origine de l'artère intermétacarpienne dorsale sont identifiées, marquant la limite proximale de la dissection péduculaire. À ce stade, le lambeau peut être soulevé de distal en proximal, en commençant par cliver l'îlot cutané du plan sous-jacent du péritendon de l'extenseur. Cette dissection rétrograde doit être particulièrement attentive en atteignant le niveau du col du métacarpien car cette région est un site anastomotique privilégié. L'hémostase d'un cercle artériel situé au contact du col du métacarpien peut être nécessaire pour permettre une dissection plus proximale du pédicule.

Arc de rotation

Avec un point pivot situé au sommet du premier espace interosseux et une limite distale représentée par le pli d'extension de l'IPP, ce lambeau dispose d'un très large arc de rotation. Il est capable d'atteindre la face dorsale de la phalange distale du pouce, la face dorsale des métacarpophalangiennes des doigts adjacents et le dos de la main (figure 9.72f).

Variantes techniques

Ce lambeau a été proposé et réalisé sous forme de lambeau en îlot « aponévrotique » [35]. Il est en effet possible de n'emmener que le tissu sous-cutané et le fascia sous-jacent sans inclure le revêtement cutané proprement dit. Cette variante a en fait peu d'intérêt car les séquelles esthétiques du prélèvement cutané sont très acceptables. La peau épaisse utilisée en couverture du site donneur s'intègre bien. Lorsqu'il existe un déficit d'enroulement post-opératoire de la MP de l'index, celui-ci cède toujours à la rééducation et à l'appareillage.

Le prélèvement d'un lambeau en « cœur » proposé par Foucher est plus intéressant [35]. Cet artifice, utilisable également au niveau du deuxième espace comme nous le verrons, tire parti du chevauchement des territoires terminaux respectifs de deux artères métacarpiennes adjacentes (figure 9.72g). La surface de tissu disponible rend ce lambeau utilisable dans certains dégantages du pouce.

Indications : à condition de respecter les impératifs techniques suscités, ce lambeau est d'une parfaite fiabilité. Il représente notre premier choix technique pour les pertes de substance étendues du pouce dorsal. La quasi-totalité de la face dorsale du pouce phalangien peut être couverte de cette façon. Son utilisation à la face dorsale des doigts longs adjacents est limitée par l'arc de rotation qui interdit à ce lambeau d'atteindre l'interligne IPP de ces doigts. Enfin, son usage pour le dos de la main est possible mais plus rarement rencontré en pratique. Nous verrons dans la section consacrée aux replantations que ce lambeau peut également être utilisé sous forme de lambeau « porte-veine ».

Lambeau métacarpien de deuxième espace

Le premier et le deuxième espace intermétacarpien dorsal disposent de l'anatomie vasculaire la plus constante [16]. Au niveau du deuxième espace, un vaisseau axial était retrouvé dans 29 cas sur 30 par Earley et Millner [25]. Il est donc possible d'utiliser le deuxième espace intermétacarpien dorsal pour disséquer un lambeau en îlot prélevé sur la face dorsale du médius [87].

Anatomie

Le niveau d'origine de la deuxième artère intermétacarpienne dorsale est variable comme l'a montré Earley [25, 26]. Dans la majorité des cas, cette artère naît de l'arcade dorsale du carpe. Mais d'autres niveaux d'origine sont possibles, à partir de l'artère radiale, de la première artère intermétacarpienne dorsale ou d'une artère interosseuse postérieure. Dans tous les cas cependant, ce vaisseau passe sous les tendons extenseurs de l'index et poursuit sa course en suivant la bissectrice de l'espace interosseux, située superficiellement par rapport au muscle deuxième interosseux dorsal. Dans tous les cas également, ce vaisseau donne des branches terminales à destinée cutanée pour la face dorsale de la métacarpophalangienne du médius et de l'index. On retrouve ici le chevauchement des territoires cutanés respectifs de la première et deuxième artère intermétacarpienne dorsale. Dans notre

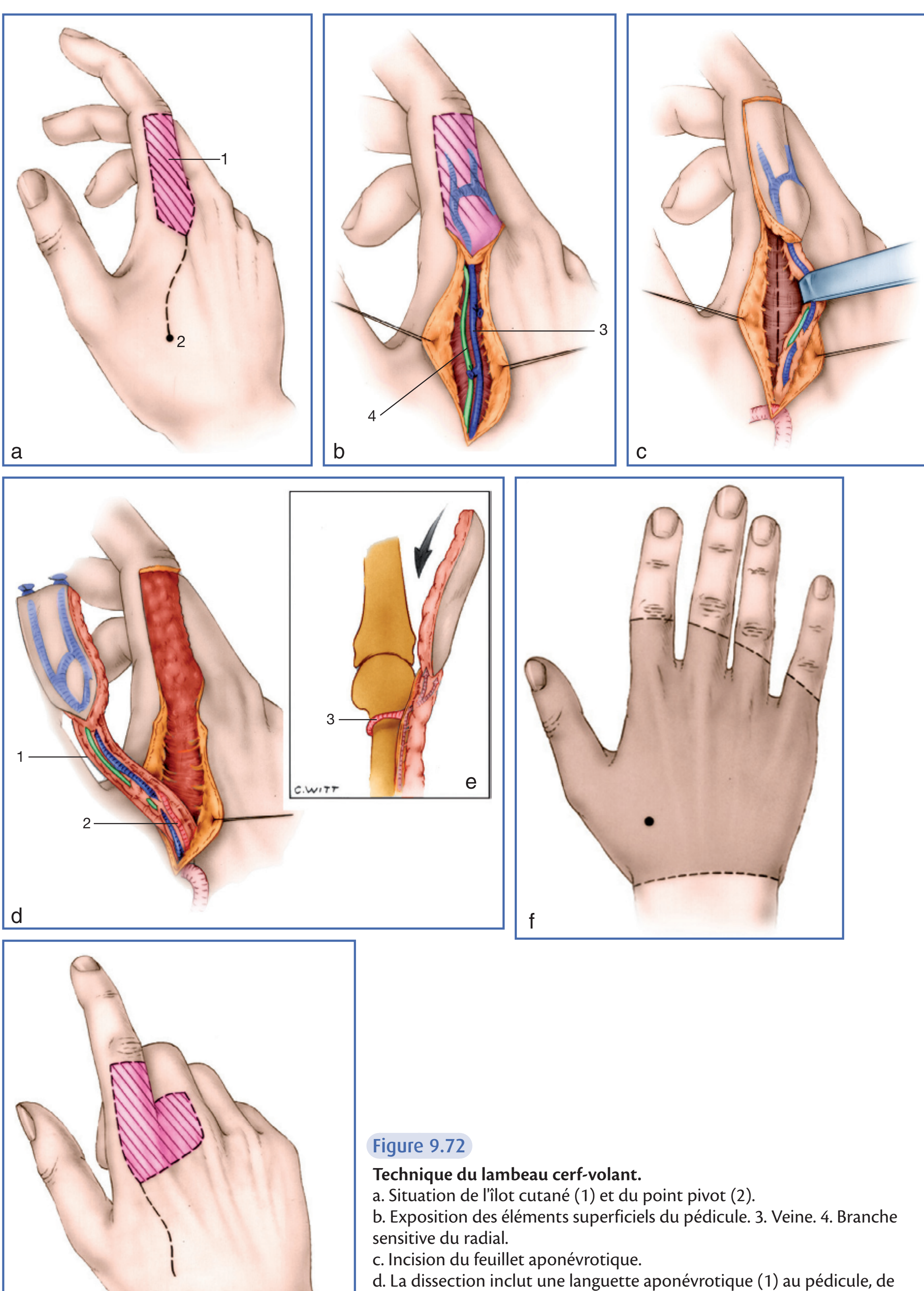


Figure 9.72

Technique du lambeau cerf-volant.

a. Situation de l'îlot cutané (1) et du point pivot (2).

b. Exposition des éléments superficiels du pédicule. 3. Veine. 4. Branche sensitive du radial.

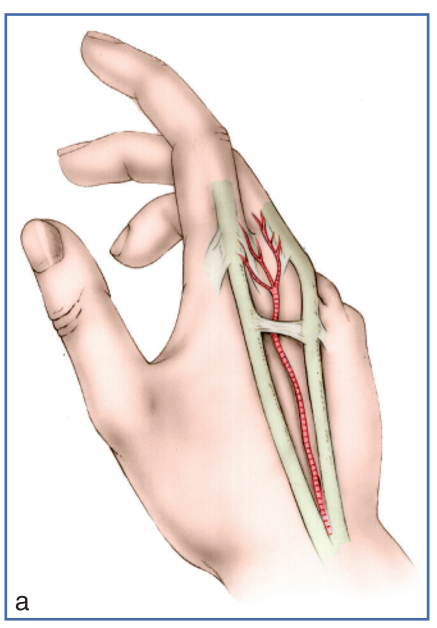
c. Incision du feuillet aponévrotique.

d. La dissection inclut une languette aponévrotique (1) au pédicule, de manière à emmener une éventuelle artère profonde (2).

e. Un cercle anastomotique (3) peut faire l'objet d'une hémostase au voisinage du col du deuxième métacarpien.

f. Arc de rotation du lambeau.

g. Lambeau bifolié en « cœur ».



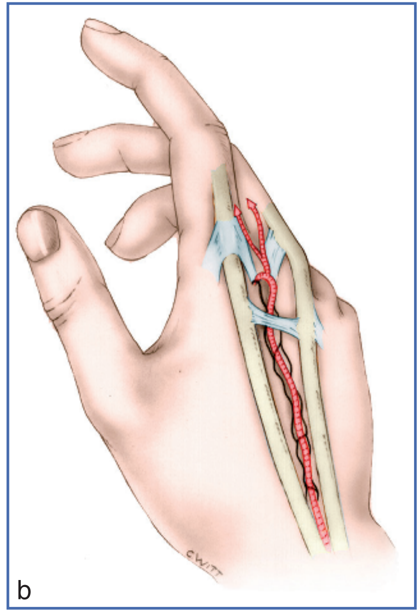


Figure 9.73

Variations vasculaires, deuxième espace intermétacarpien dorsal.
a. Variété dominante (anastomotique) de la deuxième artère intermétacarpienne dorsale.
b. Variété mineure de la deuxième artère intermétacarpienne dorsale.

étude portant sur trente cas [22], nous avons pu retrouver un réseau de veines comitantes, constant, satellite de l'artère métacarpienne dorsale. La présence de ce réseau veineux profond aura son importance lorsqu'un décroisement sera nécessaire pour accroître la longueur utile pédiculaire (figure 9.73).

Technique chirurgicale

La plupart des principes énoncés pour la dissection du lambeau cerf-volant restent valables ici : l'îlot cutané est limité à sa partie distale par le pli d'extension de l'interphalangienne proximale. Un lambeau plus étendu expose à une nécrose marginale distale. En proximal, il convient ici aussi d'inclure la peau dorsale couvrant la MP car l'arborisation terminale du vaisseau s'effectue en regard du col du deuxième métacarpien (figure 9.74).

La dissection pédiculaire emmène en monobloc les éléments superficiels (branche du nerf radial, veine superficielle). En profondeur, l'aponévrose du muscle deuxième interosseux dorsal est identifiée et une languette aponévrotique est prélevée de manière à être certain d'emmener l'artère, située au contact de l'aponévrose. La dissection de la région commissurale doit être attentive car dans certains cas l'artère a une destinée anastomotique et gagne le plan palmaire en contournant le bord libre de l'espace intermétacarpien. Elle doit alors être sectionnée entre deux ligatures au-delà du niveau de l'émergence des branches à destinée cutanée. La même attention est requise à hauteur des têtes métacarpiennes où d'autres anastomoses peuvent être rencontrées. Pour poursuivre la dissection plus loin en proximal, il est nécessaire de sectionner le *juncta tendinum* unissant les tendons extenseurs de l'index et du médius.

Au terme de cette dissection pédiculaire, la première configuration de ce lambeau en îlot est obtenue. Il dispose d'un pédicule court, la dissection s'arrêtant nécessairement à mi-hauteur de l'espace intermétacarpien, au point de croisement avec les tendons extenseurs de l'index. En conséquence, l'arc de rotation est limité (figure 9.74d).

Il est possible d'accroître la longueur utile du pédicule en réalisant un décroisement (figure 9.75). L'artère métacarpienne dorsale a un trajet profond, au contact de l'aponévrose, passant sous l'appareil extenseur. Elle est accompagnée dans ce trajet par son réseau satellite de veines comitantes. Les éléments superficiels du pédicule, rameau sensitif du nerf radial et veine superficielle, passent quant à eux superficiellement par rapport au tendon extenseur. Le décroisement peut s'effectuer selon deux procédés distincts. La section de l'appareil extenseur est la seule technique qui permet de conserver la continuité de tous les éléments pédiculaires.

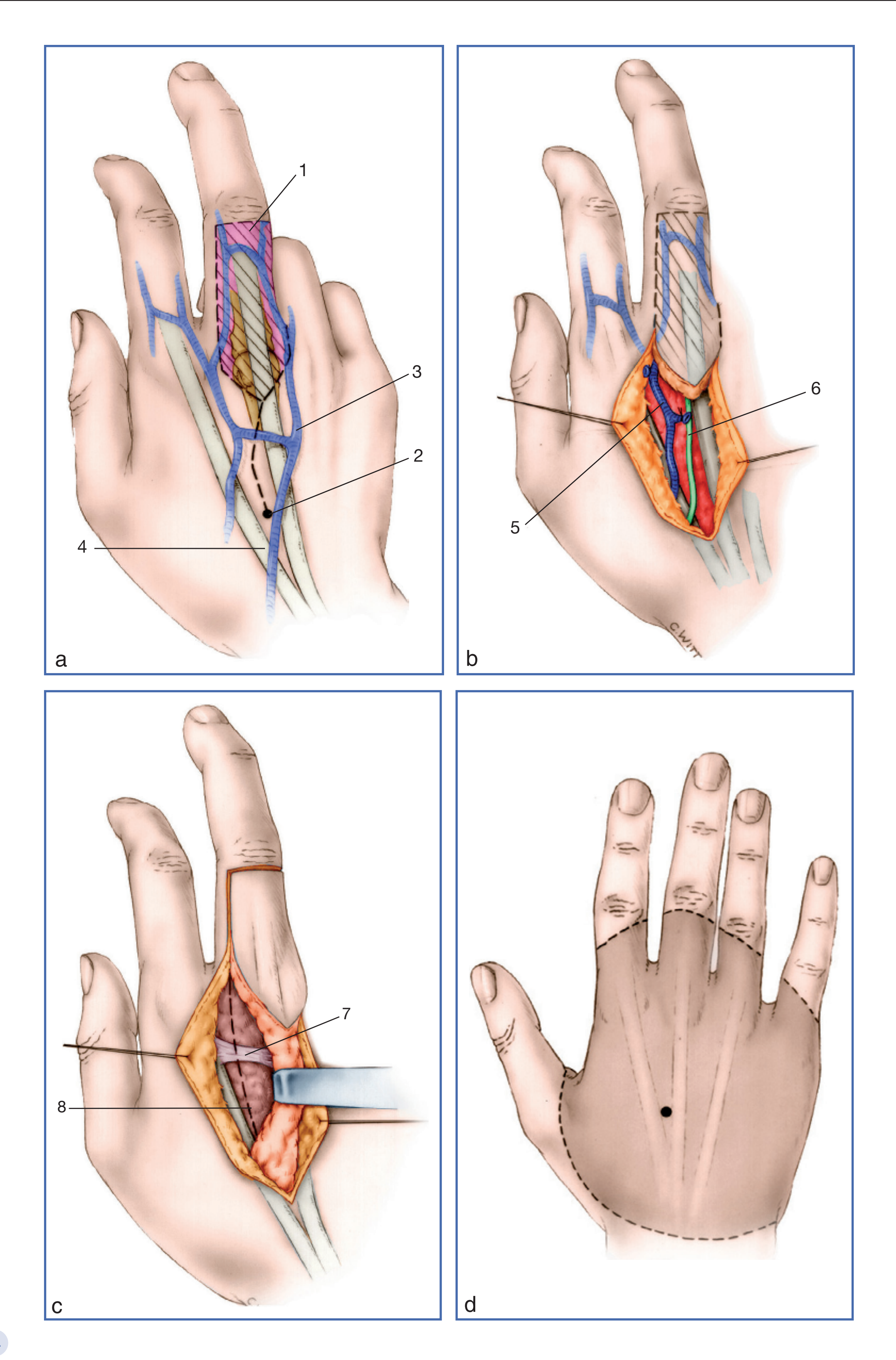


Figure 9.74

Lambeau en îlot dorsal de 2e espace.
a. 1. Tracé du lambeau. 2. Repérage du point pivot. 3. Réseau veineux superficiel. 4. Tendons extenseurs.
b. Dissection des éléments superficiels du pédicule. 5. Réseau veineux. 6. Branche du radial.
c. Dissection des éléments profonds du pédicule. 7. *Juncta tendinum*. 8. Aponévrose dorsale du muscle interosseux.
d. Arc de rotation du lambeau de deuxième espace à pédicule court (sans décroisement).

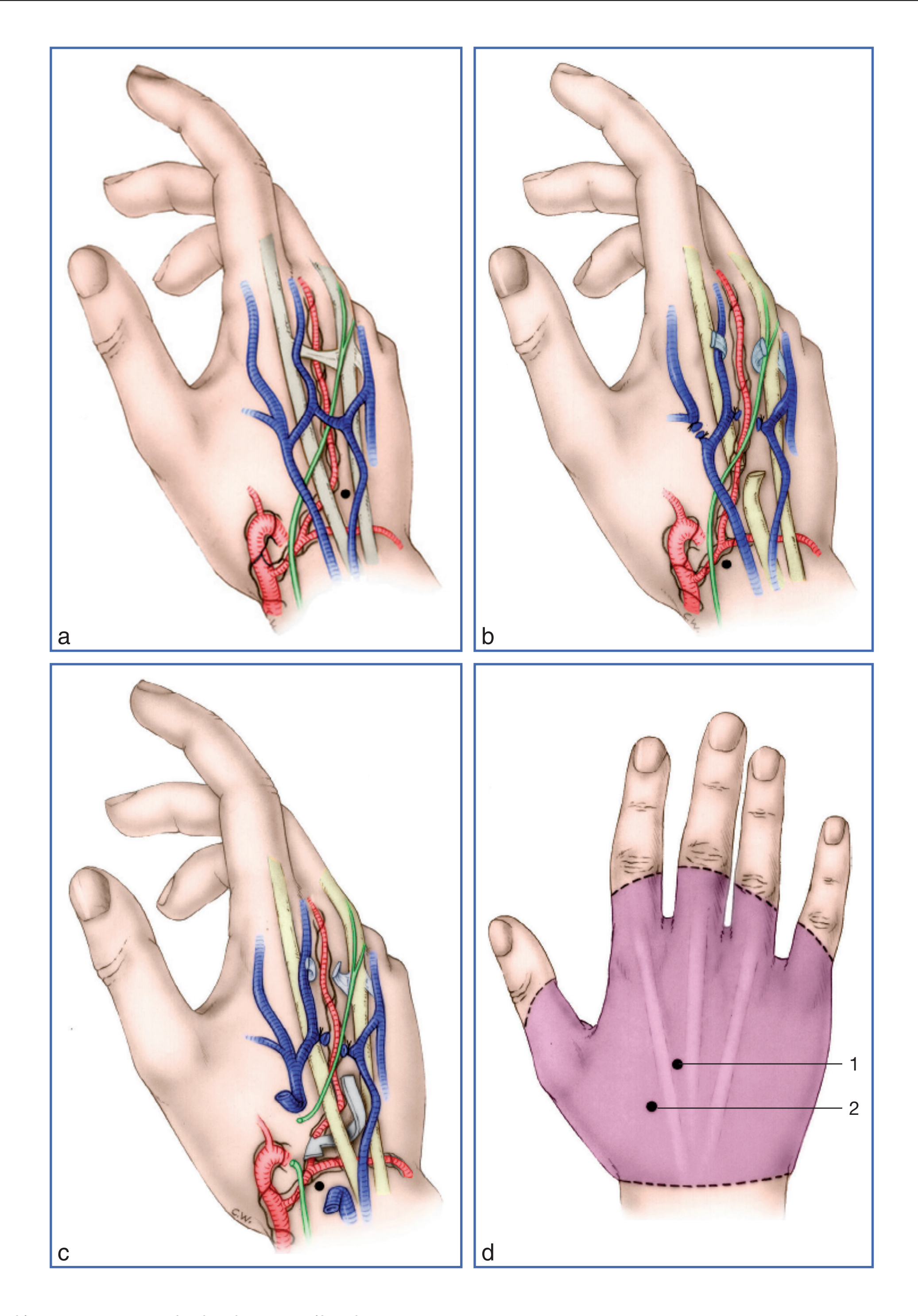


Figure 9.75

Techniques de décroisement pour les lambeaux en îlot de 2e espace.
a. Point pivot avant décroisement.
b. Décroisement par section suivie de réparation de l'appareil extenseur.
c. Décroisement par section des éléments superficiels du pédicule (veines superficielles, rameau sensitif du radial).
d. Arc de rotation du lambeau de 2e espace à pédicule long (après décroisement). 1. Point pivot avant décroisement. 2. Point pivot après décroisement.

Nous avons utilisé ce procédé dans un cas où l'index était amputé autorisant cette section suivie de réparation; le lambeau en îlot de deuxième espace à pédicule long, a pu ainsi atteindre la colonne du pouce et se substituer à un cerf-volant inutilisable du fait de l'amputation proximale de l'index.

Le second procédé de décroisement consiste en une section des éléments superficiels (veines et nerfs). La réparation veineuse est théoriquement facultative en raison de la présence constante d'un réseau de veines comitantes. La réparation nerveuse s'impose si l'on veut faire de ce lambeau un îlot sensible.

Cette deuxième configuration du lambeau dispose d'un arc de rotation plus étendu (figure. 9.75d). Dans l'une ou l'autre de ces configurations, ce lambeau peut être dessiné conjointement sur l'index et le médius, adoptant une configuration bifoliée ou en « cœur ».

Indications : pour les pertes de substance dorsale du pouce ce lambeau n'est indiqué que si le lambeau cerf-volant ne peut être prélevé. Il est en effet de dissection plus délicate lorsqu'il doit être « décroisé ». En outre, même dans sa configuration à « pédicule long », il est incapable d'atteindre l'extrémité distale du pouce. Comme le lambeau cerf-volant, ce lambeau de deuxième espace peut être utilisé à la face dorsale des doigts longs adjacents, sans atteindre toutefois l'interligne interphalangien proximal.

Lambeaux métacarpiens de troisième et quatrième espaces

Les variations fréquentes qui affectent l'anatomie vasculaire des troisième et quatrième espaces intermétacarpiens dorsaux contre-indiquent l'usage de lambeaux métacarpiens dorsaux à pédicule longs disséqués sur ces espaces. En pratique, il y aurait d'ailleurs peu d'indications à de tels lambeaux. Il est en effet hors de question de prétendre atteindre la colonne du pouce (c'est le rôle des lambeaux précédents). En revanche de tels lambeaux peuvent être utiles à la couverture de la face dorsale de la première phalange du doigt adjacent. Pour ce type de destination, un pédicule court avec un point de rotation commissural suffit. La survie de l'îlot cutané dépend alors conjointement d'un hypothétique réseau métacarpien dorsal et des perforantes commissurales issues du réseau palmaire. Dans cette configuration, les analogies sont nombreuses avec le lambeau en drapeau proposé par Vilain [99]. Bien entendu, la configuration « minimale » de ces lambeaux peut également être utilisée au niveau du deuxième espace lorsque la couverture du doigt adjacent est le but poursuivi (figure 9.76).

Anatomie vasculaire

L'apport artériel à l'îlot cutané est mixte provenant conjointement de branches perforantes issues du réseau palmaire et du réseau terminal métacarpien dorsal. Compte tenu de cette dualité de l'apport artériel (le lambeau n'est plus seulement tributaire du réseau dorsal), la limite proximale de l'îlot cutané peut être repoussée en distal, au-delà de la métacarpophalangienne. Le retour veineux s'effectuera, quant à lui, à travers la veine commissurale, vers le réseau dorsal.

Technique chirurgicale

La courte incision proximale se situe dans l'espace commissural; à travers cette incision sont identifiés les éléments pédiculaires dont une volumineuse veine commissurale. La dissection se poursuit en profondeur vers le versant palmaire de la commissure. Il faut prendre garde de pousser cette dissection suffisamment loin vers le versant palmaire, de manière à inclure à coup sûr les rameaux artériels ascendants issus de l'artère collatérale palmaire. Au terme de la dissection, on obtient un pédicule court et volumineux. L'arc de rotation autorise ce lambeau à aller couvrir la face dorsale de la première phalange du doigt adjacent. Il peut être aussi utilisé pour la couverture de la région métacarpophalangienne du même doigt ou du doigt adjacent.

Lambeaux en îlots prélevés sur le dos de la main

Lambeaux métacarpiens en îlots dorsaux *a contrario* [20, 21]

Il est de nombreuses circonstances où une perte de substance digitale dorsale ne peut être traitée par aucune des méthodes précédentes : c'est le cas lorsqu'elle dépasse la possibilité de couverture d'un lambeau homodactyle, lorsqu'un lambeau dorsal en îlot orthograde ne peut être utilisé et que le doigt adjacent parce que blessé lui-même, ne peut servir de site donneur à un lambeau désépidermisé retourné. Toutes ces circonstances sont autant d'indications potentielles à la réalisation de lambeaux en îlot, prélevés sur le dos de la main et vascularisés à contre-courant par les artères intermétacarpiennes dorsales.

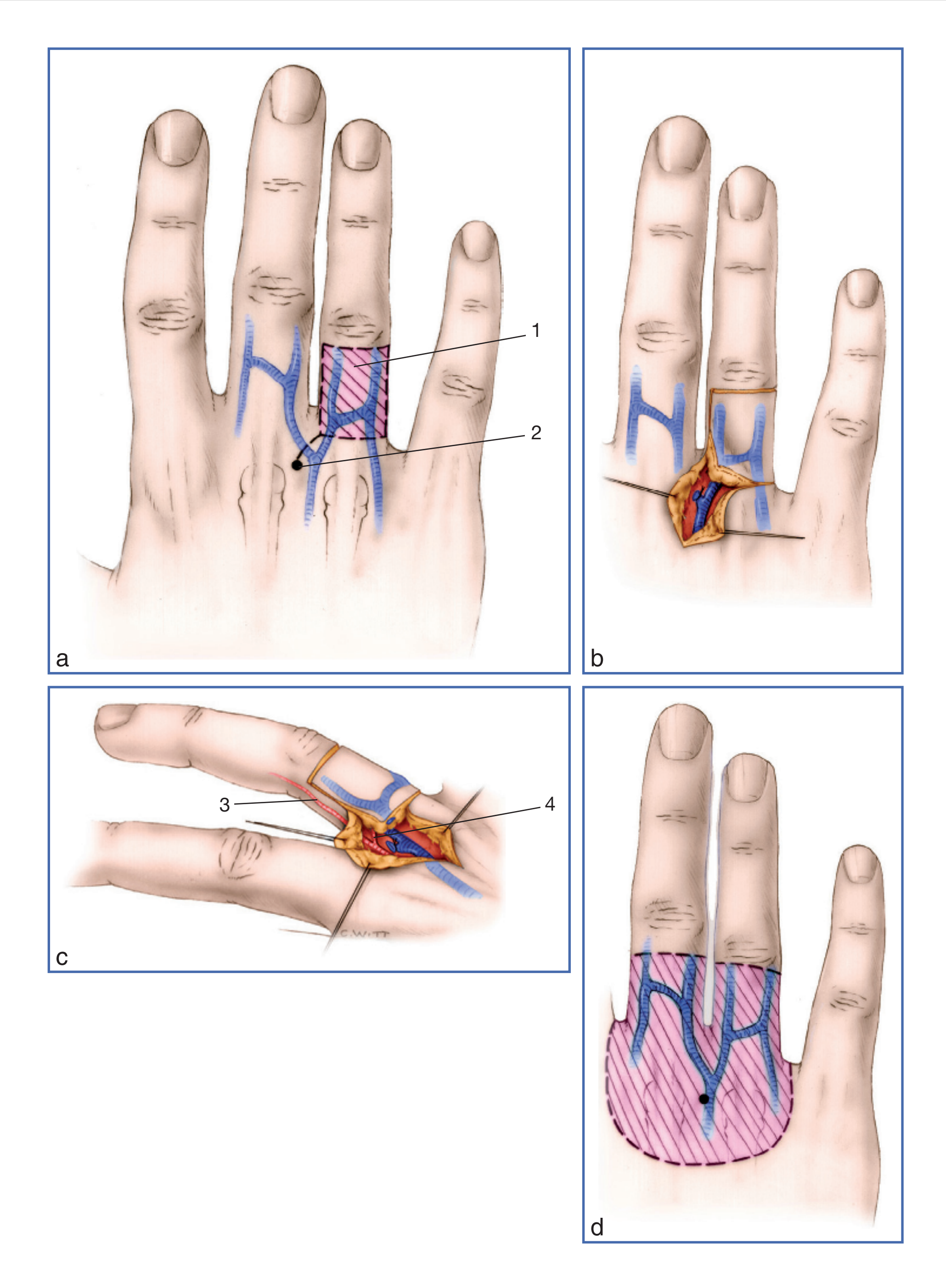


Figure 9.76

Lambeaux métacarpiens en îlot, 3e et 4e espaces.
a. Position de l'îlot cutané (1) et du point pivot (2).
b. Dissection des éléments pédiculaires superficiels.
c. Poursuite de la dissection ménageant les branches ascendantes à destinée dorsale (4) de l'artère collatérale palmaire (3).
d. Arc de rotation du lambeau.

Anatomie

La réalisation de tels lambeaux suppose l'existence d'anastomoses commissurales entre réseau vasculaire palmaire et réseau artériel métacarpien dorsal. Nous avons réalisé une étude anatomique portant sur trente mains de cadavres adultes pour préciser l'existence de la topographie de ces anastomoses dorsopalmaires (figure 9.77) [20, 21].

Cette étude a été limitée au premier et deuxième espace. Un système anastomotique a constamment été retrouvé

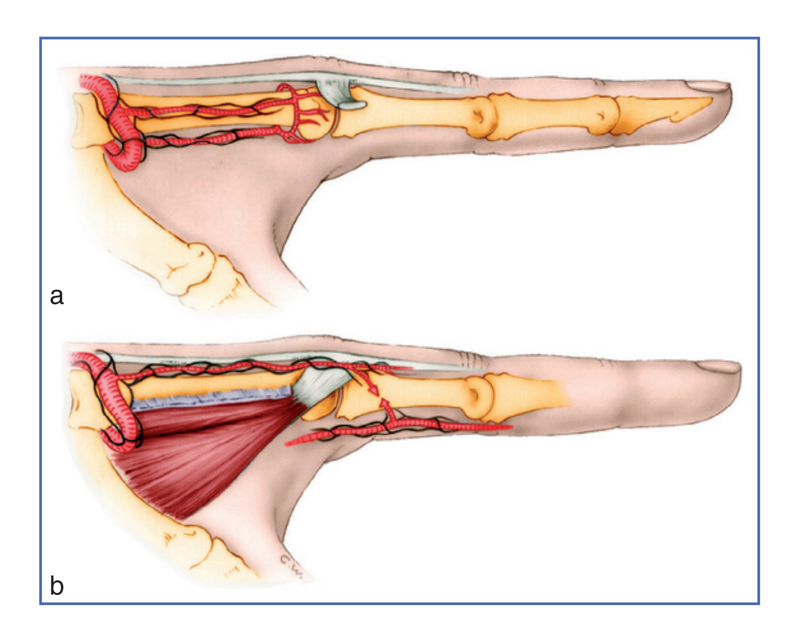


Figure 9.77

Anatomie des systèmes anastomotiques dorsopalmaires commissuraux.
a. Système anastomotique profond, juxta-osseux, sous forme d'un cercle anastomotique plaqué contre le col du métacarpien et unissant réseau métacarpien dorsal et réseau palmaire profond.
b. Système anastomotique superficiel indirect entre les branches terminales de l'artère intermétacarpienne dorsale et les branches ascendantes de l'artère collatérale palmaire.

au voisinage de la région commissurale. Trois types de disposition peuvent être rencontrés. Dans certains cas, c'est l'artère intermétacarpienne dorsale elle-même qui a une destinée anastomotique (figures 9.71 et 9.73). Au niveau du premier espace, elle prend alors la forme d'un rameau commissural médian et contourne le bord libre de l'espace commissural pour gagner le plan palmaire. Au niveau du deuxième espace, dans sa forme dite « dominante » la deuxième artère intermétacarpienne dorsale chemine également dans la commissure pour gagner le plan vasculaire palmaire. Le deuxième type de système anastomotique consiste en un cercle vasculaire plaqué contre le col du métacarpien. Une telle disposition a été rencontrée au niveau du premier espace lorsque la première artère intermétacarpienne dorsale est dans sa forme profonde. Enfin, un troisième système est représenté par une anastomose indirecte entre les branches perforantes commissurales issues de la collatérale palmaire et les rameaux terminaux issus de l'artère métacarpienne dorsale correspondante. Deux systèmes anastomotiques distincts peuvent coexister au niveau d'un même espace. Au terme de cette étude anatomique, il nous a semblé possible de disséquer des lambeaux *a contrario* vascularisés à travers ces anastomoses commissurales. La technique chirurgicale doit tenir compte de ces variations dans la topographie des anastomoses.

Technique chirurgicale

L'îlot cutané est dessiné au dos de la main. Pour le premier espace interosseux, cet îlot peut être positionné au sommet de l'espace. En revanche pour les deuxième, troisième et quatrième espaces, la dissection doit tenir compte de la présence de l'appareil extenseur et le lambeau est centré sur l'angle de divergence de l'appareil extenseur. Une incision sinueuse rejoint l'angle proximal du lambeau au point pivot commissural. À travers cette incision, on identifie les éléments superficiels du pédicule : une veine superficielle est conservée en continuité au sein de la graisse pédiculaire. En pratique, le rôle de cette veine superficielle sur le retour veineux de l'îlot cutanée est incertain : elle est munie de valvules et se trouve orientée improprement pour assurer ce retour veineux. Il est donc probable que le rôle des veines profondes satellites de l'artère métacarpienne dorsale est essentiel. Cette même incision doit permettre d'individualiser la branche sensitive du radial ou du cubital qu'il faut tenter de préserver. Il n'est pas rare toutefois que l'un des rameaux de bifurcation de ces branches sensitives doive être sacrifié pour autoriser la dissection des éléments superficiels du pédicule (figures 9.78 et 9.79).

À l'angle proximal du lambeau, la dissection soulève l'îlot cutané du plan du péritendon de l'appareil extenseur. En revanche, une fois atteint l'angle de divergence de l'appareil extenseur, le plan de dissection doit atteindre en profondeur l'aponévrose du muscle interosseux dorsal ; la

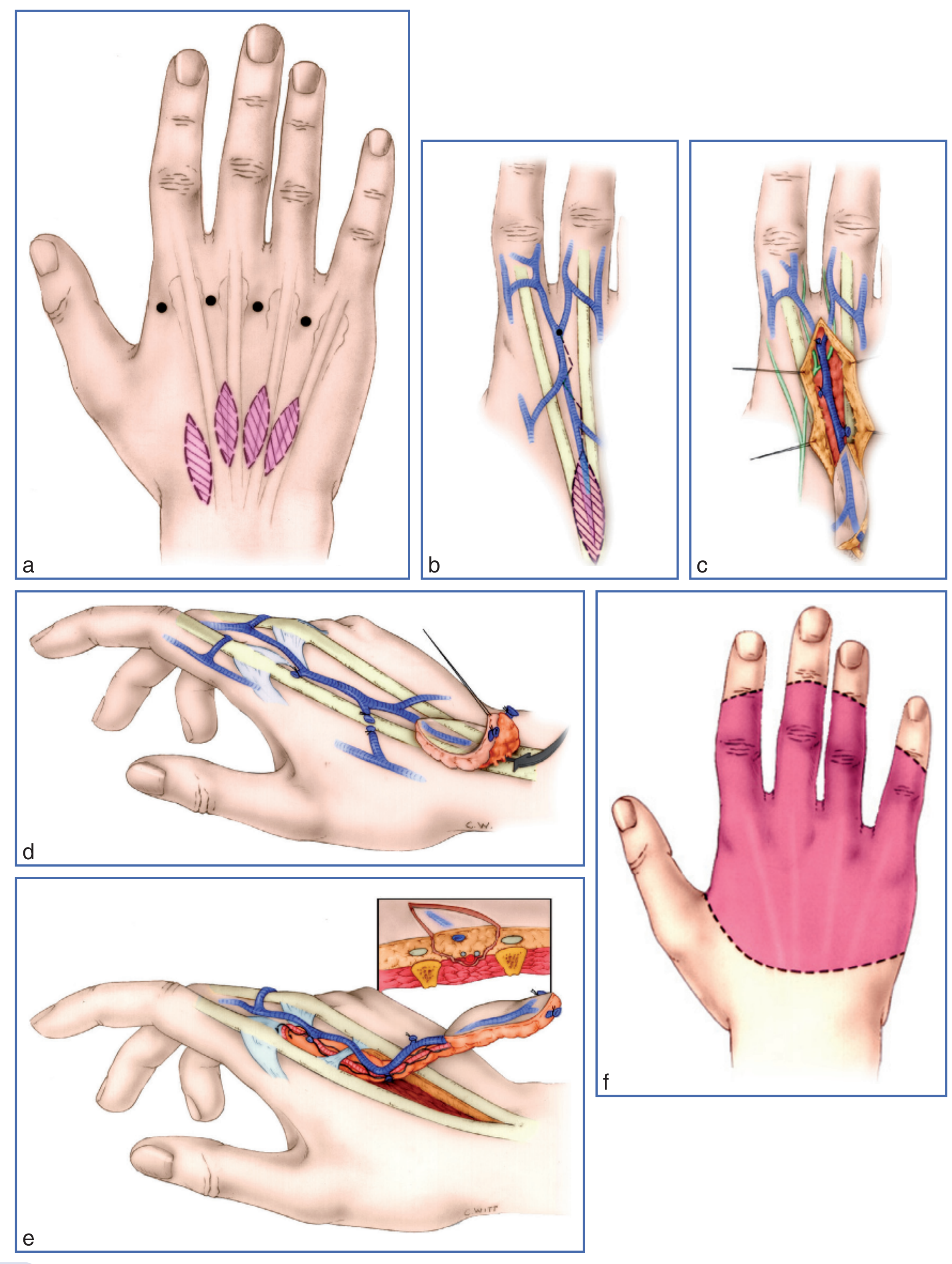


Figure 9.78

Lambeaux métacarpiens en îlot dorsaux *a contrario*.
a. Position des îlots cutanés et des points pivots.
b. Tracé de l'incision.
c. Dissection des éléments pédiculaires superficiels.
d. Début de la dissection de l'angle proximal du lambeau.
e. Le pédicule comporte une languette de l'aponévrose du muscle interosseux dorsal.
f. Arc de rotation obtenu.

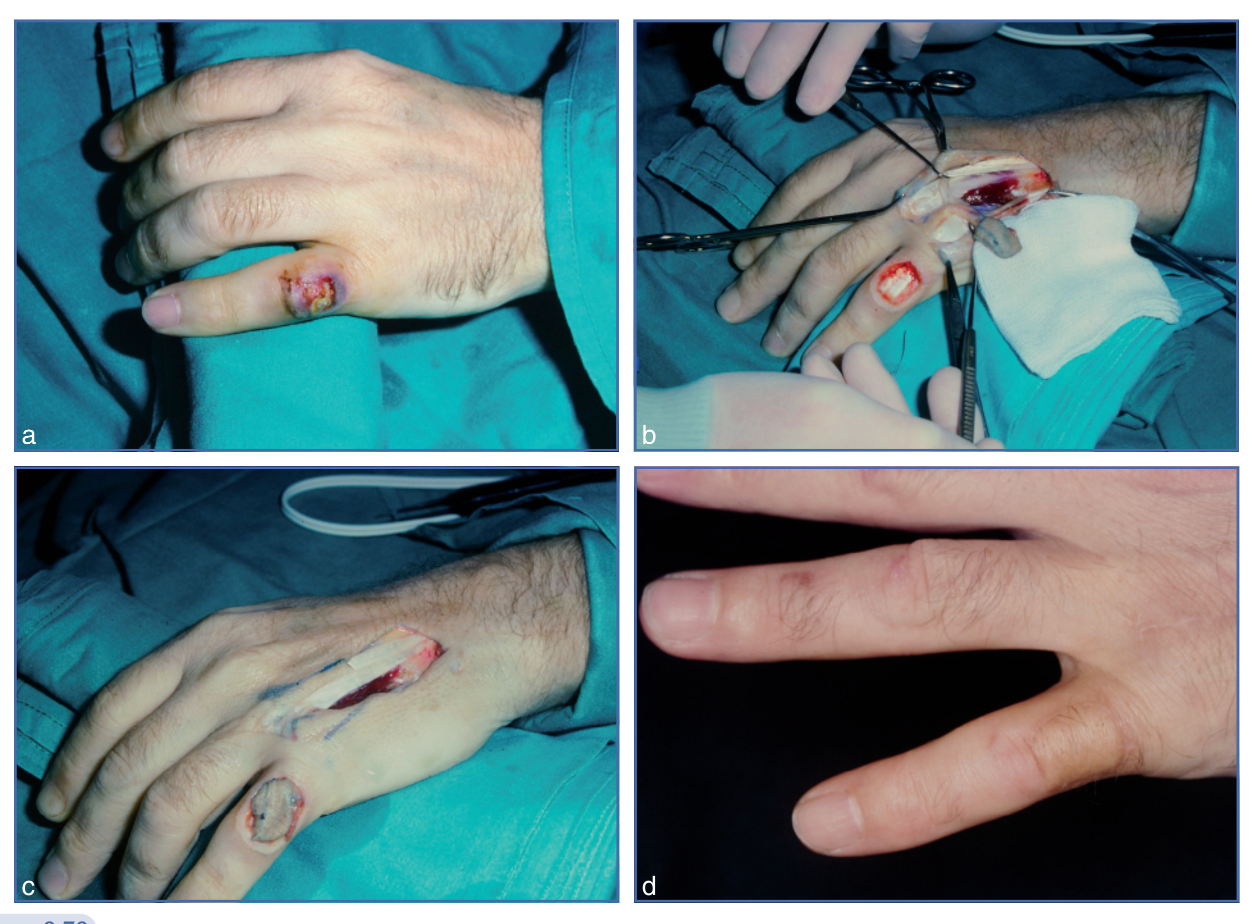


Figure 9.79

Lambeau métacarpien *a contrario* sur le 4e espace.
a. Site receveur : nécrose septique face dorsale P1, 5e doigt.
b. Dissection de l'îlot après parage.
c. L'îlot en place après tunnellisation.
d. Résultat.

dissection se poursuit alors de proximal en distal, incluant une languette aponévrotique au pédicule. Lorsqu'on progresse en direction distale dans l'espace intermétacarpien, on rencontre un *juncta tendinum* qui doit être sectionné pour autoriser la poursuite de la dissection. Il convient d'arrêter cette dissection une fois atteint le niveau du col métacarpien. Ce faisant on ménage tous les systèmes anastomotiques possibles y compris un éventuel système profond. Dans certains cas, toutefois, devant les impératifs d'un site receveur particulier nous avons pu franchir cette première limite à la dissection pour reporter le point de rotation plus loin dans la commissure. Ces lambeaux ont survécu, tributaires seulement des anastomoses de type un ou trois. À l'exception du premier cas réalisé, nous avons toujours procédé à une tunnellisation pour amener le lambeau *in situ* au niveau de son site receveur. Cette solution est fiable et esthétiquement supérieure à celle d'un pédicule laissé à ciel ouvert. L'immobilisation des articulations métacarpophalangiennes est nécessaire pendant le temps de cicatrisation. La fermeture du site donneur s'effectue par suture directe après avoir converti la perte de substance en une ellipse. Cette fermeture s'effectue sous tension en dépit de la souplesse relative des téguments dorsaux de la main. Elle est donc systématiquement détendue par une contre-incision parallèle à la ligne de suture qui est livrée à la cicatrisation dirigée. Cette technique de fermeture donne de bien meilleurs résultats que les greffes de peau, toujours inesthétiques.

Arc de rotation

Compte tenu de la situation de l'îlot cutané et de son point de rotation commissural, l'arc de rotation de ce lambeau l'autorise couramment à atteindre P1 et l'IPP. Il est donc devenu une solution supplémentaire irremplaçable pour la couverture de la face dorsale des doigts longs et en particulier de la région de l'IPP. Ce lambeau s'avère particulièrement utile

lorsque le doigt voisin est indisponible comme site donneur d'un lambeau désépidermisé retourné. Plus récemment, une modification technique a été proposée, qui permettrait à ces lambeaux d'atteindre l'IPD [49]. Cette modification consiste en un report du point pivot au niveau de la base de P1, de manière à alimenter le lambeau à partir d'anastomoses avec le réseau des artères collatérales palmaires.

Lambeaux en îlots dorsaux basés sur les perforantes commissurales (Quaba et Davison) [77]

La présence de rameaux perforants à destinée cutanée le long des axes artériels représentés par les artères intermétacarpiennes dorsales avait déjà été mentionnée par Levame et Otero [58]. Ces auteurs utilisaient le terme « d'étoile vasculaire » pour désigner ces perforantes cutanées (figures 9.80 et 9.81).

Anatomie

La planification préopératoire doit prévoir le point de pénétration des perforantes cutanées qui se situent dans la région des commissures interdigitales. Un bon repère est représenté par les connexions intertendineuses ou *juncta*. Le niveau d'émergence est situé au-delà de ces *juncta tendinum*. Le retour veineux s'effectuera à travers une veine profonde doublant le rameau artériel vers le système des veines profondes satellites de l'axe métacarpien dorsal correspondant.

Technique chirurgicale

Le lambeau est dessiné avec un grand axe parallèle à l'espace intermétacarpien choisi comme site donneur, la limite proximale étant marquée par le pli d'extension du poignet, la limite distale par le point de pénétration des perforantes. Quaba et Davison fixent à 3,5 cm la limite maximale de largeur du lambeau [77]. La dissection débute à l'angle proximal de l'îlot cutané ; l'hémostase par ligature des veines superficielles est réalisée.

Le lambeau est ensuite soulevé de proximal en distal en le clivant du plan du péritendon de l'appareil extenseur. L'hémostase des fins rameaux perforants issus du système intermétacarpien dorsal est nécessaire dès que la dissection atteint l'angle de divergence du tendon extenseur. À la différence de la technique utilisée pour les lambeaux précédents (lambeaux métacarpiens dorsaux *a contrario*), il n'est pas nécessaire ici d'inclure l'aponévrose du muscle interosseux dorsal correspondant. L'artère intermétacarpienne dorsale elle-même est abandonnée *in situ* et n'est pas incluse dans le pédicule. La dissection s'arrête une fois atteinte le niveau des connexions intertendineuses, afin de ménager le système de vaisseaux perforants dont le point d'émergence se situe immédiatement au-delà. À la différence de ce qui est pratiqué pour un lambeau métacarpien dorsal *a contrario*, la section de ces *juncta* n'est toutefois pas nécessaire ici.

Arc de rotation

Avec une limite de prélèvement située au niveau du pli d'extension du poignet et un point pivot commissural, ces lambeaux sont capables d'atteindre l'interphalangienne distale des doigts longs. Ils sont donc particulièrement adaptés à la couverture de scalps digitaux étendus. Leur inconvénient réside dans la longueur du pédicule qui n'est que de quelques millimètres. Si ce lambeau est destiné à la couverture d'un défect dorsal distal sur la phalange moyenne ou l'interphalangienne distale, il faudra alors exciser de la peau saine sur P1 pour insérer la partie proximale du lambeau. Dans de telles circonstances, nous préférons avoir recours aux lambeaux métacarpiens dorsaux décrits précédemment pour lesquels une tunnellisation est possible, sous la peau saine proximale. En revanche, lorsque la perte de substance atteint en proximal la région de la métacarpophalangienne, l'excision cutanée nécessaire sera limitée, justifiant l'usage de ce lambeau.

Lambeaux dits « dorsofommissuraux » (Valenti [65, 97])

La zone de l'interphalangienne distale reste difficile à couvrir par les lambeaux précédents. Valenti a proposé une solution intéressante pour ce type particulier de site receveur. Ce lambeau dit dorsofommissural est disséqué à la face dorsale de l'espace intermétacarpien, entre les têtes métacarpiennes. Le pédicule qui alimente cet îlot *a contrario* est représenté par le réseau axial inclus dans le tissu sous-cutané de la face latérale du doigt receveur. Plutôt qu'un axe artériel unique, il faut considérer que le pédicule de ce lambeau contient un plexus artériolaire ou capillaire à grand axe longitudinal. Comme pour tous les îlots précédents, la dissection passe au « large », emmenant le tissu cellulaire sous-cutané jusqu'au péritendon de l'extenseur qui est respecté. Ce sont les anastomoses périarticulaires de l'IPP qui alimente ce lambeau *a contrario*.

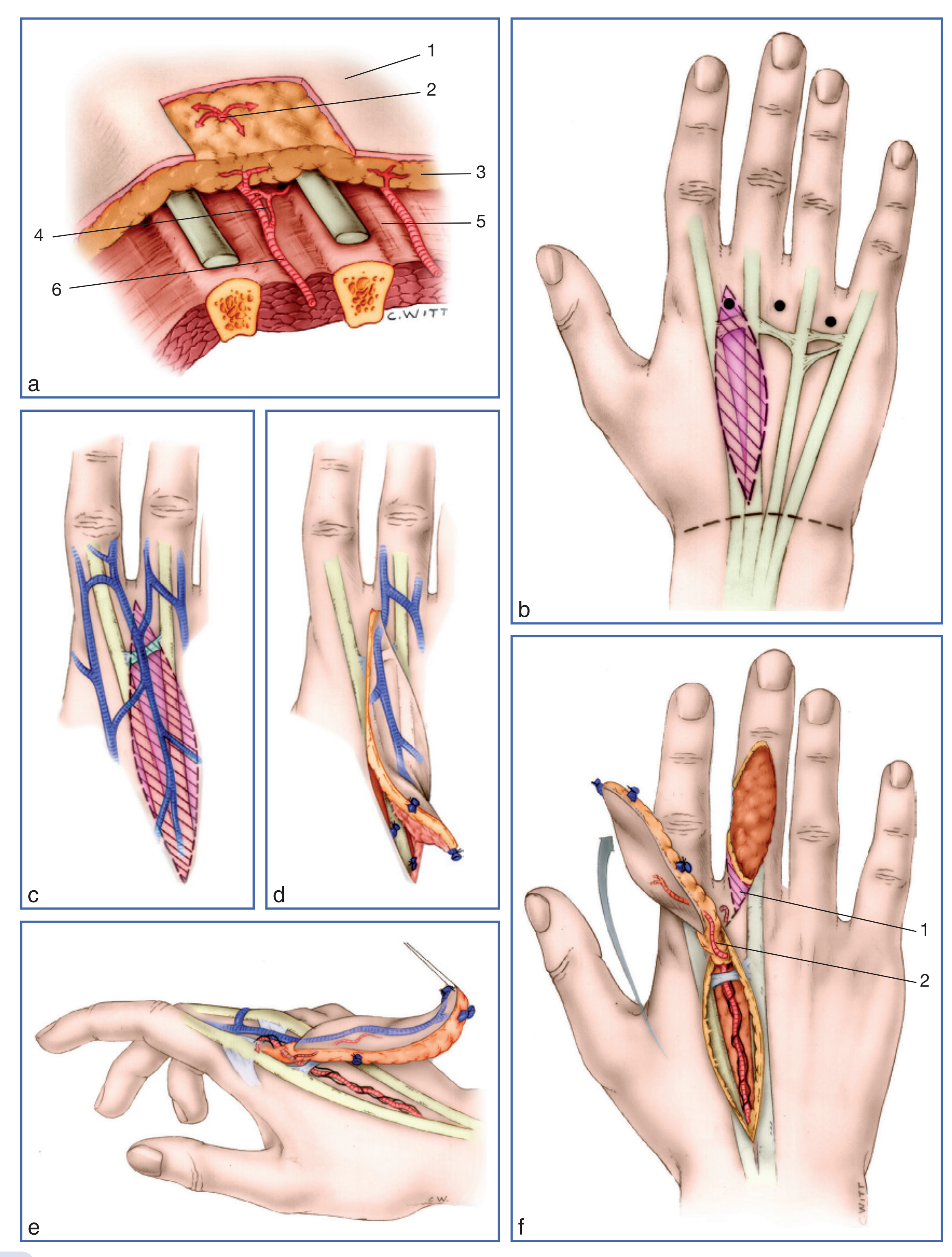


Figure 9.80

Lambeaux en îlots dorsaux basés sur les perforantes commissurales.

a. Disposition des perforantes cutanées issues des artères intermétacarpiennes dorsales. 1. Revêtement cutané. 2. Étoile vasculaire. 3. Pannicule adipeux. 4. Branche perforante à destinée cutanée. 5. Muscle interosseux. 6. Artère intermétacarpienne dorsale.

b. Positionnement de l'îlot et des points pivots.

c. Repérage des éléments superficiels du pédicule (réseau veineux superficiel).

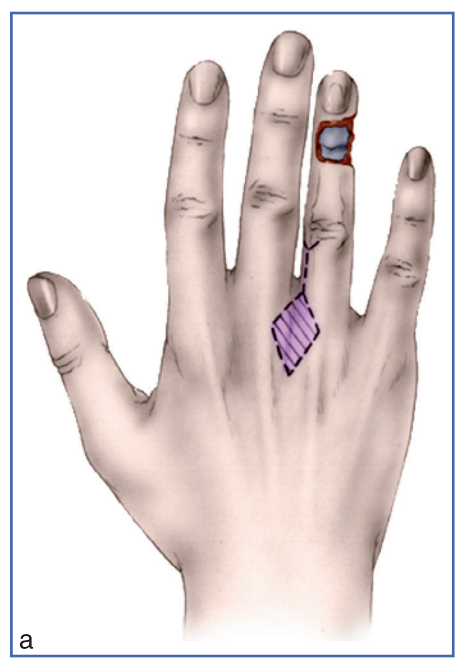
d. Dissection de proximal en distal.

e. L'aponévrose du muscle interosseux et l'artère intermétacarpienne correspondante sont abandonnées en profondeur.

f. Rotation de l'îlot au-delà du juncta tendinum ménageant le point de pénétration des perforantes commissurales (2). Une excision cutanée (1) sera nécessaire pour loger l'îlot cutané.

Figure 9.81

Lambeau en îlot *a contrario* sur les perforantes commissurales.
a. Défect dorsal sur les 2e et 3e MP ; tracé de l'îlot sur le 3e espace.
b. Dissection et rotation effectuées.
c. L'artère intermétacarpienne dorsale est abandonnée en profondeur.
d. Fermeture primaire du site donneur possible grâce à deux incisions de décharge.
e, f. Résultat final.



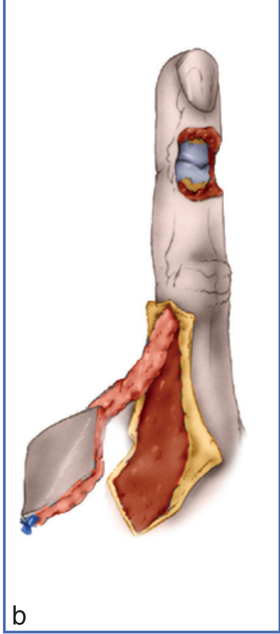


Figure 9.82

Lambeau « dorsofommissural ».
a. Perte de substance cutanée de la région de l'interphalangienne distale.
b. Dissection de l'îlot cutané et de son pédicule, le point pivot se situe en amont de l'interphalangienne proximale, de manière à alimenter le pédicule à partir du cercle anastomotique de l'IPP.
c. La rotation autorise la couverture de l'interphalangienne distale.

La dissection doit donc s'interrompre avant le niveau de l'interligne articulaire. Le volume du pédicule rend parfois la tunnellisation difficile. Lorsqu'elle n'est pas possible sans risque de compression, le transfert doit s'effectuer à « ciel ouvert », le pédicule devant alors être couvert d'une greffe de peau mince (figures 9.82 et 9.83).

Lambeaux veineux

La richesse du réseau veineux à la face dorsale des doigts et de la main est théoriquement une circonstance qui pourrait inciter à la réalisation de lambeaux dits « veineux ». Leur dissection est facile car ce réseau veineux est de siège superficiel, situé au sein du pannicule adipeux sous-cutané. Il n'y a théoriquement pas de limite à la longueur du pédicule et l'îlot cutané peut être positionné avec une grande liberté, pourvu qu'il soit contigu à une ou plusieurs veines superficielles. Enfin, la morbidité inhérente au prélèvement d'un lambeau veineux est restreinte ou nulle en raison du caractère superficiel de la dissection. Plusieurs arguments sont à même d'expliquer que, dans notre pratique, la place de ces lambeaux dits veineux est restreinte sinon inexistante.

La plupart des séries rapportant l'usage de lambeaux veineux pédiculés font état d'un taux d'échec non négligeable sous forme de nécroses partielles ou totales. Lorsqu'un lambeau couvrant une réparation tendineuse ou une reconstruction ostéoarticulaire échoue, le chirurgien fait face à une situation difficile : un nouveau lambeau s'impose, avant que ne s'installe une infection redoutable par ses conséquences. Le prélèvement de l'îlot veineux a parfois empiété sur le territoire d'un autre lambeau artérialisé celui-là, rendant encore plus difficile la reconstruction et le choix d'un nouveau procédé de couverture. Notre démarche, à l'inverse, va vers la recherche de solutions d'une grande fiabilité, autorisant sans arrière-pensée, le traitement en un temps des lésions sous-jacentes (voir chapitre 4).

Figure 9.83

Lambeau « dorsofommissural » : cas clinique.
a. Perte de substance de l'interphalangienne distale du quatrième doigt. Le doigt voisin (3e) est également blessé et ne peut servir de site donneur à un lambeau cross-finger désépidermisé retourné. Le lambeau dorsofommissural est vu ici au stade de la tunnellisation qui va l'emmener sur le site receveur.
b, c. Résultat après cicatrisation.

Dans cet esprit nous avons totalement écarté de notre arsenal tous les lambeaux dits « veineux *a contrario* », c'est-à-dire prélevés sur le dos de la main et destinés à la face dorsale des doigts (lambeaux veineux à pédicule distal). Notre taux d'échec dans ce type de lambeau était en effet supérieur à 50 % !

Plusieurs auteurs dont Foucher ont rapporté les résultats d'importantes séries de lambeaux veineux pédiculés comportant essentiellement des lambeaux « orthogrades » avec de bons résultats [37, 39].

Références

[1] Argamaso RV. Rotation-transposition method for soft tissue replacement on the distal segment of the thumb. Plast Reconstr Surg 1974 ; 19 : 37–40.

[2] Atasoy E. Reversed cross-finger subcutaneous flap. Jn Hand Surg 1982 ; 7 : 481–3.

[3] Atasoy E, Igakimidis E, Kaspak ML, Kutz JE, Kleinert HC. Reconstruction of the amputated fingertip with a triangular volar flap : a new surgical procedure. J Bone Joint Surg 1970 ; 52A : 921–6.

[4] Boyes JH. Skin and contractures. In : Bunnell's : Surgery of the hand. 4th ed. Philadelphie : J.B. Lippincott ; 1964. p. 190.

[5] Braun JB. Les artères de la main. Nancy : Nancy, thèse de médecine ; 1977.

[6] Braun JB, Werner JF, Borelly J, Foucher G, Merle M, et al. Quelques notions d'anatomie artérielle de la main et leurs applications chirurgicales. Ann Chir Main 1979 ; 3 : 701–6.

[7] Brunelli F. dorso-ulnar thumb flap. Ann Chir Main Memb Super 1993 ; 12 : 105–14.

[8] Brunelli F, Bunelli G, Vigasio A. Le lambeau dorso-cubital du pouce. Ann Chir Plast Esthet 1996 ; 41 : 259–68.

[9] Brunelli F, Mathoulin C. Lambeaux digitaux en ilot. In : Monographie du GEM. Les lambeaux artériels pédiculés au membre supérieur. Paris : Expansion scientifique française ; 1990.

[10] Bunnell S. Skin and contractures. In : Boyes JH, editor. Surgery of the Hand. Philadelphia : J.B. Lippincott ; 1948. p. 152–3.

[11] Boyes JH, Bunnell S. Surgery of the Hand. In : 3rd ed. Philadelphia : J.B. Lippincott ; 1956.

[12] Büchler U, Frey HP. Lambeau dorsal de la phalange moyenne des doigts. In : Monographie du GEM. Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur. Paris : Expansion scientifique française ; 1990. p. 116.

[13] Chase RA. Fingertip injuries. Skin and soft tissue losses. In : Atlas of hand surgery. Philadelphia : W.B. Saunders ; 1973.

[14] Chow SP. Digital nerves in the terminal region of the thumb. The Hand 1900 ; 12(2) : 193–6.

[15] Cleland J. The cutaneous ligament of the phalanges. J Anat Physiol 1878 ; 12 : 526.

[16] Coleman SS, Anson BJ. Arterial patterns in the hand based upon a study of 650 specimens. Surg Gynecol Obstet 1961 ; 113A : 409–24.

[17] Colson P. Le lambeau latéro-digita 1. In : Tubiana R , editors. Traité de chirurgie de la main. . , tome 2. Paris : Masson ; 1984. p. 261–77 [dir].

[18] Corcella D. Reconstruction des pertes de substance digitale distale chez l'enfant. Grenoble : Thèse de doctorat en médecine ; 1996.

[19] Dautel G, Merle M. The blood supply of digital nerves : a microanatomical study of superficial and deep palmar venous networks. J Hand Surg 1992 ; 17B : 632–7.

[20] Dautel G, Merle M. Direct and reverse dorsal metacarpal flaps. Br J Plast Surg 1992 ; 45 : 123–30.

[21] Dautel G, Merle M. Dorsal metacarpal reverse flaps. J Hand Surg 1991; 16B : 400–5.

[22] Dautel G, Merle M, Borrely J, Michon J. Variations anatomiques du réseau vasculaire de la première commissure dorsale. Application au lambeau cerf-volant. Ann Chir Main 1989; 8 : 53–9.

[23] De Conninck A. Transplantation hétérodigitale avec réinnervation locale. Acta Orthop Belg 1975; 41 : 170–6.

[24] Earley MJ. The arterial supply of the thumb, first web and index finger and its surgical application. J Hand Surg 1986; 11B : 163.

[25] Earley MJ. The second dorsal metacarpal artery neurovascular island flap. J Hand Surg 1989; 14B : 434–40.

[26] Earley MJ, Milner RH. Dorsal metacarpal flaps. Br J Plast Surg 1987; 40 : 333–41.

[27] Eaton RG. The digital neurovascular bundle, a micro-anatomic study of its contents. Clin Orthop 1968; 61 : 175–85.

[28] Edwards EA. Organisation of the small arteries of the hand and digits. Am J Surg 1960; 99 : 837–46.

[29] Evans DM, Martin DL. Step-advancement island flap for fingertip reconstruction. Br J Plast Surg 1988; 41 : 105–11.

[30] Flatt AE. The thenar flap. J Bone Joint Surg 1957; 39B : 80–5.

[31] Foucher G, Braun F, Merle M, Michon J. Le «doigt-banque» en traumatologie de la main. Ann Chir 1980; 34 : 693–8.

[32] Foucher G, Braun JB. A new island flap in surgery of the hand. Plast Reconstr Surg 1979; 63 : 28–31.

[33] Foucher G, Dallaserra M, Tilquin B, Lenoble E, Sammut D. The Hueston flap in reconstruction of fingertip skin loss : results in a series of 41 patients. J Hand Surg [Am] 1994; 19 : 508–15.

[34] Foucher G, Marin Braun F, Merle M, Michon J. La technique du «débranchement-rebranchement» du lambeau en îlot pédiculé. Ann Chir 1981; 35 : 301–3.

[35] Foucher G, Marin-Braun F. Le lambeau cerf-volant. In : Gilbert A, Masquelet AC, Hentz RV, editors. Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur. Monographie du GEM. Paris : Expansion scientifique française; 1990. p. 139–41.

[36] Foucher G, Merle M, Maneaud M, Michon J. micro-surgical free partial toe transfer in hand reconstruction : a report of 12 case. Plast Reconstr Surg 1980; 5 : 616–27.

[37] Foucher G, Norris RW. The venous dorsal digital island flap or the 'neutral' flap. Br J Plast Surg 1988; 41 : 337–43.

[38] Foucher G, Sammut D, Greant P, Braun FM, Ehrler S, et al. Indications and results of skin flaps in painful digital neuroma. J Hand Surg 1991; 16B : 25–9.

[39] Fukui A, Maeda M, Tamai S, Inada Y. The pedicled venous flap. Clinical applications. Br J Plast Surg 1993; 46 : 68–71.

[40] Gaul JS. Radial innervated cross-finger flap from index to provide sensory pulp to injured thumb. J Bone Joint Surg [Am] 1969; 51 : 1257–63.

[41] Glicenstein J. Technique de réparation des amputations des extrémités digitales distales. Ann Chir 1971; 25 : 1001–8.

[42] Han SK, Lee BI, Kim WK. The reverse digital artery island flap : clinical experience in 120 fingers. Plast Reconstr Surg 1998; 101 : 1006–11. discussion 1012–3.

[43] Hirase Y, Kojima T, Matsuura S. A versatile one-stage neurovascular flap for fingertip reconstruction : the dorsal middle phalangeal finger flap. Plast Reconstr Surg 1992; 90 : 1009–15.

[44] Holevich J. A new method of restoring sensibility to the thumb. J Bone Joint Surg 1963; 45B : 496–502.

[45] Hong JP, Lee SJ, Lee HB, Chung YK. Reconstruction of fingertip and stump using a composite graft from the hypo-thenar region. Ann Plast Surg 2003; 51 : 57–62.

[46] Hueston JT. Local flap repair of fingertip injuries. Plast Reconstr Surg 1966; 37 : 349–50.

[47] Joshi BB. A local dorso-lateral island flap for restoration of sensation after avulsion injury of fingertip pulp. Plast Reconstr Surg 1974; 54 : 175–82.

[48] Kamei K, Ide Y, Kimura T. A new free thenar flap. Plast Reconstr Surg 1993; 92 : 1380–4.

[49] Karacalar A, Özcan M. A new approach to the reverse dorsal metacarpal artery flap. J Hand Surg 1997; 22A : 307–10.

[50] Kragi C, Bang Rasmussen K. The neurovascular island flap for defective sensibility of the thumb. J Bone Joint Surg 1975; 57B : 495–9.

[51] Kuhlmann JN, Guerin-Serville H. Le système artériel dorsal de la colonne du pouce. Bull Assoc Anat 1981; 65 : 119–24.

[52] Kutler W. A new method for fingertip amputation. J A-mer Med Assoc 1947; 133 : 29–30.

[53] Lai CS, Lin SD, Chou CK, Tsai CW. A versatile method for reconstruction of finger defects : reverse digital artery flap [see comments]. Br J Plast Surg 1992; 45 : 443–53.

[54] Lai CS, Lin SD, Yang CC. The reverse digital artery flap for fingertip reconstruction. Ann Plast Surg 1989; 22 : 495–500.

[55] Lebreton E, Assouline A. Le drainage veineux du lambeau à pédicule vasculaire de Littler. Ann Chir Main 1988; 7 : 126–9.

[56] Lee TP, Liao CY, Wu IC, Yu CC, Chen SG. Free flap from the superficial palmar branch of the radial artery (SPBRA flap) for finger reconstruction. J Trauma 2009; 66 : 1173–9.

[57] Leslie BM, Ruby LK, Madell SJ, Wittenstein F. Digital artery diameter : an anatomic and clinical study. J Hand Surg [Am] 1987; 12 : 740–3.

[58] Levame JH, Otero C, Berdugio G. Vascularisation des téguments de la face dorsale de la main et des doigts. Ann Chir Plast 1967; 12 : 316–24.

[59] Littler JW. The neurovascular pedicle method of digital transposition for reconstruction of the thumb. Plast Reconstr Surg 1953; 12 : 303–19.

[60] Littler JW. Neurovascular skin island transfer in reconstructive hand surgery. Trans Int Soc Plast Surg 1960; 2 : 175.

[61] Lucas GL. The pattern of venous drainage of the digits. J Hand Surg 1984; 9A : 448–50.

[62] Mac Cash CR. Toe pulp free grafts in fingertip repair. Br J Plast Surg 1959; 11 : 322.

[63] Macht SD, Watson HK. The Moberg volar advancement flap for digital reconstruction. J Hand Surg [Am] 1980; 5 : 373–6.

[64] Marin Braun F, Merle M, Foucher G. Le lambeau cerf-volant. Ann Chir Main 1988; 7 : 147–50.

[65] Masquelet AC, Valenti P. Les lambeaux dorso-commissuraux. À propos d'un cas clinique. Ann Chir Plast Esthet 1994; 39 : 287–9.

[66] Massart P, Saucier T, Beze H. Restauration pulpaire par lambeau neurovasculaire homo-digital. Ann Chir Main 1984; 4 : 219–25.

[67] Moberg E. Aspects of sensation in reconstructive surgery of the extremity. J Bone Joint Surg 1964; 46A : 817–25.

[68] Moris AM. Rapid skin cover in hand injuries using the reverse dermis flap. Br J Plast Surg 1981; 34 : 194–6.

[69] Mouchet A, Gilbert A. Couverture des amputations distales des doigts par lambeau neurovasculaire homo-digital en îlot. Ann Chir Main 1982; 1 : 180–2.

[70] Murakami T, Takaya K, Outi H. The origin, course and distribution of arteries to the thumb; with special reference to the so-called artery pollicis princeps. Anat Japan 1969; 46 : 123–7.

[71] Nicoletis C, Morel-Fatio D. «Etranges nécroses». Ann Chir Plast 1969; 14 : 56.

[72] O'Brien B. Neurovascular island pedicle flaps for terminal amputations and digital scars. Br J Plast Surg 1968; 21 : 258–61.

[73] Omokawa S, Ryu J, Tang JB, Han J. Vascular and neural anatomy of the thenar area of the hand : its surgical applications. Plast Reconstr Surg 1997; 99 : 116–21.

[74] Pho RWH. Local composite neurovascular island flap for skin cover in pulp loss of the thumb. J Hand Surg 1979 ; 4 : 11–5.
[75] Pilz SM, Valenti PP, Harguindeguy ED. Free sensory or retrograde pedicled fasciocutaneous thenar flap : anatomic study and clinical application. Handchir Mikrochir Plast Chir 1997 ; 29 : 243–6.
[76] Porter R. Functional assessment of transplanted skin in volar defect of the digits. J Bone Joint Surg 1968 ; 50A : 955–63.
[77] Quaba AA, Davison PM. The distally-based dorsal hand flap. Br J Plast Surg 1990 ; 43 : 28–39.
[78] Rabischong P. Les problèmes fondamentaux du rétablissement de la préhension. Ann Chir 1971 ; 25 : 927–33.
[79] Rose EH. Local arterialized island flap coverage of difficult hand defects preserving donor site sensibiliy. Plast Reconstr Surg 1983 ; 72 : 848–57.
[80] Sassu P, Lin CH, Lin YT, Lin CH. Fourteen cases of free thenar flap : a rare indication in digital reconstruction. Ann Plast Surg 2008 ; 60 : 260–6.
[81] Schoofs M, houzé P, El Fouly P, Leps P. Le lambeau fascio-cutané thénarien libre ou en îlot. La Main 1998 ; 3 : 253–60.
[82] Schuind F, Van Genechten F, Denuit P, Merle M, Foucher G. Le lambeau en îlot homo-dactyle en chirurgie de la main. Ann Chir Main 1985 ; 4 : 306–15.
[83] Segmuller G. Modification des Kutler-Lappens neuro-vaskuläre stielung. Handchir 1976 ; 8 : 75–6.
[84] Shaw MH. Neurovascular island pedicle flaps for terminal digital scars. A hazard. Br J Plast Surg 1971 ; 24 : 161.
[85] Shrewsbury MM, Johnson RK. The fascia of the distal phalanx. J Bone Joint Surg 1975 ; 57A : 784–8.
[86] Shrewsbury MM, Johnson RK. Form, function and evolution of the distal phalanx. JHand Surg 1983 ; 8 : 475–9.
[87] Small JO, Brennen MD. The second dorsal metacarpal artery neurovascular island flap. Br J Plast Surg 1990 ; 43 : 17–23.
[88] Smith DO, Chikayoshi O, Chihiro K, Kiyotaka T. The distal venous anatomy of the fingers. J Hand Surg 1991 ; 16A : 303–7.
[89] Smith DO, Oura C, Kimura C, Toshimori K. Artery anatomy and tortuosity in the distal finger. J Hand Surg 1991 ; 16A : 297–302.
[90] Smith DO, Tajima N, Oura C, Toshimori K. Digital artery tortuosity and elasticity : a biomechanical study. J Reconstr micro-surg 1991 ; 7 : 105–8.
[91] Strauch B, De Moura W. Arterial system of the finger. J Hand Surg 1990 ; 15A : 150–4.
[92] Tranquilli-Leali E. Reconstruzione dell'apice delle falangi vaguali mediante autoplastica volare pedunculata per scorimento. Infort Traum Lavoro 1935 ; 1 : 186–93.
[93] Tsai TM, Sabapathy SR, Martin D. Revascularization of a finger with a thenar mini-free flap. J Hand Surg [Am] 1991 ; 16 : 604–6.
[94] Tsaï TM, Mc Cabe SJ. Maki Y. A technique for replantation of the fingertip micro-surgery 1989 ; 10 : 1–4.
[95] Tubiana R. Restauration de la sensibilité au niveau de la main par transfert d'un transplant artériel hétéro-digital muni de son pédicule vasculo-nerveux. Rev Chir Orthop 1960 ; 46 : 163–78.
[96] Tubiana R, Duparc J. Restoration of sensibility in the hand by neurovascular skin island transfer. J Bone Joint Surg 1961 ; 43B : 474.
[97] Valenti P, Masquelet AC, Begue T. Anatomic basis of a dorso-commissural flap from the 2nd, 3rd and 4th intermetacarpal spaces. Surg Radiol Anat 1990 ; 12 : 235–9.
[98] Venkataswami DR, Subramanian N. Oblique triangular flap : a new method of repair for oblique amputations of the fingertip and thumb. Plast Reconstr Surg 1980 ; 66 : 296–300.
[99] Vilain R, Dupuis JF. Use of the flag flap for coverage of small area on a finger or the palm. 20 years experience. Plast Reconstr Surg 1973 ; 51 : 397–401.
[100] Voche P, Beustes-Stefanelli M, Pelissier P, Schoofs M, Bellemere P, et al. Coverage of dorsal distal skin defects of the digits. Techniques and indications. Ann Chir Plast Esthet 2008 ; 53 : 46–58.
[101] Voche P, Merle M. The homo-digital subcutaneous flap for cover of dorsal finger defects. Br J Plast Surg 1994 ; 47 : 435–9.
[102] Voche P, Merle M. Vascular supply of the palmar subcutaneous tissue of fingers. Br J Plast Surg 1996 ; 49 : 315–8.
[103] Wallace W, Coupland RE. Variations in the nerves of thumb and index finger. J Bone Joint Surg 1975 ; 57B : 491–4.
[104] Wesley Snow J. The use of a volar flap for repair of fingertips amputations : a preliminary report. Plast Reconstr Surg 1953 ; 40 : 163–8.

9.2 Petites pertes de substance de la main

Le dos et la paume de la main peuvent être le siège de petites pertes de substance imposant le recours, suivant les cas, à une greffe de peau ou à un lambeau local.

Ces solutions locales doivent être envisagées avant la réalisation de lambeaux plus coûteux pédiculés, à distance, ou libres.

Dans tous les cas, au niveau de la main comme au niveau des doigts, la reconstruction idéale cherchera à respecter les caractéristiques mécaniques respectives de la peau palmaire et de la peau dorsale d'une part, la surface et les limites des unités fonctionnelles cutanées d'autre part.

Petites pertes de substance du dos de la main

Greffes de peau

L'usage de greffes cutanées est possible au dos de la main chaque fois que le périmysium de l'appareil extenseur est encore intact.

L'usage de greffes de peau totale n'est pas strictement indispensable, mais il devra s'agir au moins de greffes épaisses.

Dans l'idéal, la surface et la géométrie de ces greffes reproduisent les unités fonctionnelles cutanées dorsales. Il ne saurait, toutefois, être question de procéder à une très large excision pour atteindre les limites d'une telle unité fonctionnelle lorsque la perte de substance est de taille modeste.

Dans tous les cas où le périmysium de l'appareil extenseur a disparu, *a fortiori* s'il existe une réparation sous-jacente de l'appareil extenseur, une simple greffe de peau n'est plus possible, le recours à un lambeau local s'impose.

Lambeaux locaux au dos de la main

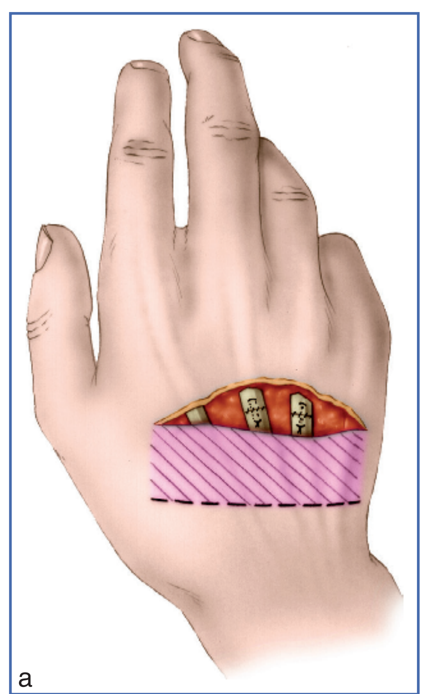
Lambeaux bipédiculés

La peau dorsale de la main est très mobile, car il n'existe pas, à ce niveau, de travée fibreuse l'amarrant au plan sous-jacent comme c'est le cas au niveau de la paume de la main. Cette mobilité cutanée se prête à la réalisation de différents lambeaux locaux. Le lambeau bipédiculé est adapté à toutes les pertes de substance linéaires. Une contre-incision est réalisée, parallèle à la perte de substance, puis le lambeau est mobilisé en le décollant du plan du périmysium de l'appareil extenseur sous-jacent. Chaque fois que c'est possible, la continuité des éléments veineux superficiels est respectée. La zone donneuse, après avancement, est couverte d'une greffe de peau épaisse, fixée par points séparés. Un tel lambeau est très utile lorsqu'il s'agit d'aller couvrir, par exemple, la réparation d'une section de l'appareil extenseur au dos de la main (figure 9.84).

Le dessin de ces lambeaux peut indifféremment être envisagé transversalement ou longitudinalement. La richesse vasculaire, au niveau de la face dorsale, rendant fiable l'une comme l'autre de ces deux solutions.

En dehors de ce lambeau bipédiculé, d'autres plasties locales de type *random-pattern* peuvent être proposées pour les petites pertes de substance dorsale. On peut ainsi tracer au dos de la main des lambeaux quadrangulaires d'avancement-rotation analogues à celui qui a été décrit pour la face dorsale des doigts.

Enfin, l'utilisation possible du lambeau latérodigital doit être gardée en mémoire pour les pertes de substance concernant le versant dorsal des commissures digitales. Initialement conçu pour le traitement des rétractions cicatricielles de ces commissures, ce lambeau trouve là une de ces applications en chirurgie d'urgence, même si les circonstances conduisant à son utilisation sont rarement rencontrées en pratique clinique.



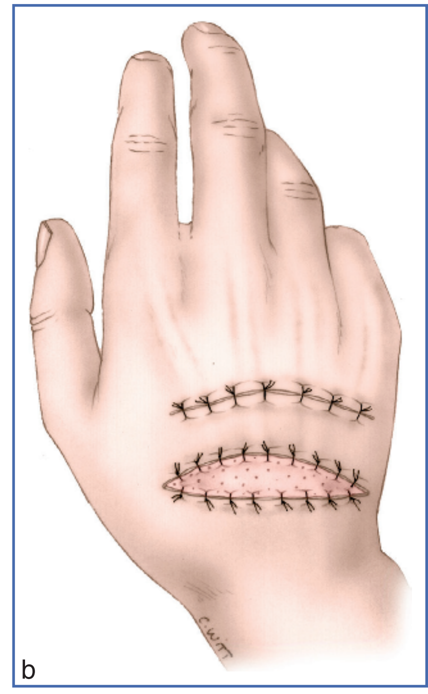
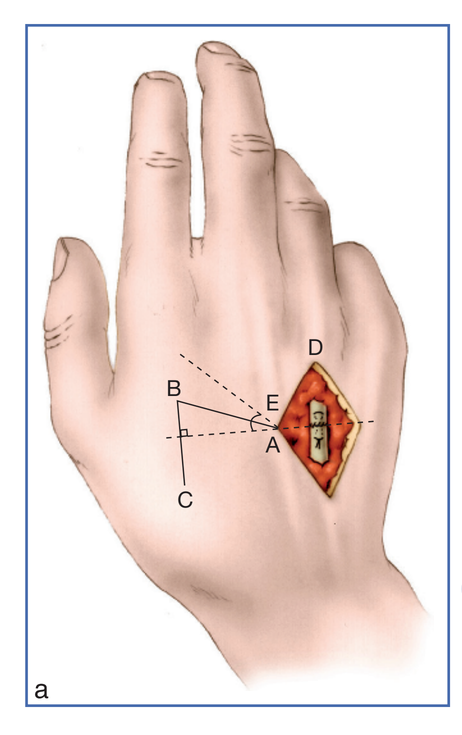


Figure 9.84

Utilisation d'un lambeau bipédiculé d'avancement à la face dorsale de la main.
a. Défect elliptique exposant une suture de l'appareil extenseur.
b. Avancement d'un lambeau bipédiculé, le site donneur est greffé.



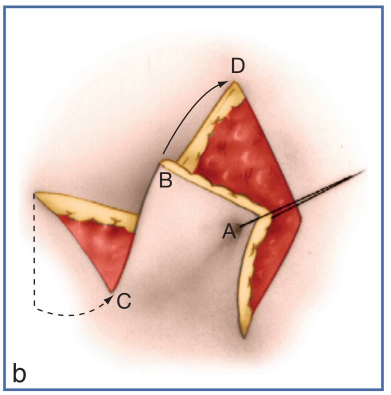


Figure 9.85

Utilisation du lambeau dit « LLL » de Dufourmentel pour les pertes de substance losangiques du dos de la main.
a. Perte de substance et tracé des incisions ; AB : ED.
b. Translation du lambeau.

Lambeau « LLL » (Dufourmentel) [3]

La face dorsale, entre la région des métacarpophalangiennes et le pli de flexion distal du poignet, est l'une des rares régions de la main où ce lambeau est utilisable.

Ses principes techniques sont présentés au niveau de la figure 9.85. Ce type de lambeau s'adapte aux pertes de substance dont la géométrie peut être, après excision complémentaire, ramenée à une surface losangique. Une large zone de décollement est nécessaire, dépassant les limites de l'incision cutanée pour autoriser la rotation du lambeau et la suture cutanée.

Lambeaux en îlots pour les pertes de substance dorsale

Il ne saurait être question d'aller prélever un îlot à la face palmaire d'un doigt pour assurer la couverture d'une perte de substance dorsale de la main, même si cette solution est techniquement possible.

En effet, la morbidité inhérente au prélèvement d'un îlot palmaire ne trouve ici aucune justification et, par ailleurs, la peau apportée est trop épaisse et de qualité mécanique mal adaptée pour la couverture du dos de la main.

La seule exception à cette règle interdisant le prélèvement de lambeaux digitaux palmaires pour couvrir le dos de la main est représentée par l'usage de cheiroplasties en doigts banque où la morbidité du prélèvement est nulle.

En revanche, l'utilisation de lambeaux prélevés sur la face dorsale des doigts peut être envisagée pour la couverture des pertes de substance dorsale lorsque ces lambeaux permettent d'éviter un lambeau plus compliqué, tel un lambeau chinois ou un lambeau interosseux postérieur.

Ce type de technique est proposé lorsque la perte de substance considérée est de surface trop limitée pour justifier la réalisation de ces lambeaux pédiculés prélevés sur l'avant-bras, mais cependant trop étendue pour autoriser la couverture par l'un des petits lambeaux précédents.

On peut ainsi proposer pour ces pertes de substance dorsale l'usage du lambeau proposé par Quaba et Davison [6]. Ce lambeau vascularisé par les perforantes commissurales peut être taillé sur l'un quelconque des espaces intermétacarpiens dorsaux, tel que cela a été décrit au chapitre précédent (figure 9.86).

L'usage des lambeaux de type cerf-volant et des autres lambeaux métacarpiens dorsaux directs peut être également proposé pour la couverture des petites pertes de substance dorsale. La figure 9.87 illustre cette possibilité technique. Ce recours à un lambeau en îlot dorsal quel qu'il soit n'est cependant justifié que si la perte de substance dépasse les capacités de couvertures d'une solution plus simple, telle un lambeau bipédiculé d'avancement ou un lambeau quadrangulaire d'avancement-rotation.

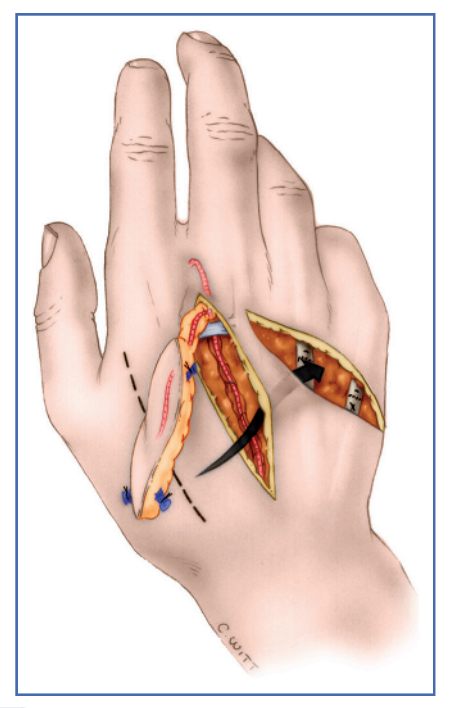


Figure 9.86

Utilisation d'un lambeau en îlot basé sur les perforantes commissurales pour une perte de substance dorsale distale.

Petites pertes de substance de la paume de la main

Les caractéristiques mécaniques de la peau palmaire sont bien différentes de celles de la peau dorsale. Comme au niveau des doigts, il existe des travées fibreuses amarrant cette peau palmaire au plan aponévrotique sous-jacent de sorte que sa mobilité est très restreinte. C'est cette faible mobilité qui lui permet de ne pas déraper lors de la prise, lui conférant une stabilité qui est une caractéristique fonctionnelle essentielle.

Cicatrisation dirigée

L'usage d'une simple cicatrisation dirigée est possible pour de très petites pertes de substance concernant la paume de la main dans la mesure où il n'existe aucune exposition d'un tendon fléchisseur sous-jacent ou d'un pédicule collatéral réparé.

Cette cicatrisation dirigée ne peut se concevoir que pour de petites pertes de substance au vu de la durée d'épithélialisation. Un appareillage, par lame d'extension

Figure 9.87

Utilisation d'un lambeau cerf-volant pour une perte de substance dorsale en regard de la quatrième MP.

a. Défect à couvrir.
b. Dissection du lambeau cerf-volant.
c. Résultat.

dorsale, est nécessaire dans les suites afin d'éviter que cette cicatrisation ne s'effectue sur le mode rétractile et n'entraîne un défaut d'extension de la chaîne digitale correspondante.

Greffes de peau

L'usage de greffes de peau est possible à la paume de la main chaque fois qu'il persiste un lit d'accueil suffisamment vascularisé. En règle générale, ces greffes de peau peuvent être utilisées lorsque le plan aponévrotique superficiel est préservé.

À l'inverse de ce qui était proposé pour le dos de la main, ces greffes devront toujours être des greffes de peau totale, pour mettre à l'abri de rétractions cicatricielles ultérieures. Là encore le contour de ces greffes est dessiné en tenant compte de la topographie des unités fonctionnelles cutanées. Comme toute greffe de peau totale, leur prise nécessite la mise en place d'un bourdonnet cousu.

Usage des lambeaux locaux dans la paume de la main

Si la faible mobilité de la peau palmaire est l'une de ses caractéristiques fonctionnelles essentielles, c'est aussi l'un des facteurs limitant au niveau de la paume de la main l'usage des lambeaux locaux. L'usage de simples sutures assistées telles la classique plastie en Z est possible car le décollement qu'elle comporte est modéré, mais ces plasties en Z trouvent peu d'indications en urgence.

En revanche, la réalisation de lambeaux supposant un plus grand décollement et une plus grande souplesse cutanée, tel le lambeau « LLL » de Dufourmentel, est contre-indiquée au niveau de la paume de la main [3].

L'usage des lambeaux latéraux digitaux est envisageable pour la couverture du versant palmaire de l'unité fonctionnelle commissurale [1]. La dissection d'un lambeau en îlot, prélevé à la face palmaire d'un doigt est également une possibilité technique théorique qui doit être soigneusement mise en balance avec les autres solutions existantes au vu de la morbidité de ce type de prélèvement.

En revanche, comme cela a été mentionné pour la face dorsale, l'usage d'un tel lambeau en îlot, prélevé sur la face palmaire d'un doigt, devient parfaitement licite lorsque ce prélèvement concerne un doigt voué à l'amputation, dans le cadre du principe du « doigt-banque ».

Lambeaux musculaires pour les petites pertes de substance palmaire

L'usage d'un lambeau musculaire pour couvrir une perte de substance cutanée palmaire présente de multiples avantages. En premier lieu, un lambeau musculaire recouvert d'une greffe de peau mince, offre, à terme, un revêtement cutané d'une remarquable stabilité, dérapant moins lors des prises digitopalmaires que les classiques lambeaux cutanés.

En second lieu, le lambeau musculaire offre un sous-sol tout à fait adéquat lorsque des reconstructions ultérieures sont prévues, qu'il s'agisse d'une greffe nerveuse ou d'une reconstruction tendineuse.

Les lambeaux musculaires de voisinage, utilisables dans la paume de la main, sont toutefois peu nombreux. Le lambeau de court abducteur du « V » a initialement été proposé par Hueber [4] puis Littler [5], sous forme essentiellement d'un lambeau musculaire actif destiné à la réanimation de l'opposition du pouce. Nous l'avons utilisé dans de rares cas de perte de substance traumatique concernant la région du canal carpien, mais le sacrifice de ce muscle, s'il est raisonnable lorsqu'il s'agit de réaliser une plastie d'opposition, devient sans doute discutable lorsqu'on l'utilise aux seules fins de couverture.

De la même façon, l'utilisation de lambeaux musculaires réalisés aux dépens des muscles lombricaux a pu être proposée. La dissection d'un muscle lombrical permet de le faire pivoter sur son point d'ancrage proximal en ménageant son apport vasculaire. L'arc de rotation dont dispose ce muscle est toutefois restreint et la quantité tissulaire disponible est très limitée. Ce type de lambeaux ne saurait se concevoir que pour de petites pertes de substance lorsqu'il s'agit, par exemple, de mettre à l'abri une suture nerveuse ou vasculaire dans la région du canal carpien.

Pour cette même région du canal carpien, il faut encore citer l'usage possible du lambeau de muscle carré pronateur. Dans sa forme, à pédicule proximal, l'arc de rotation de ce muscle ne l'autorise pas à couvrir des pertes de substance palmaire proprement dites. En revanche, il est possible de disséquer ce muscle avec un pédicule distal en tirant profit des réseaux anastomotiques ; dans ces conditions, il devient capable de couvrir des pertes de substance tissulaire palmaire dans la région du canal carpien [7].

L'utilisation de lambeaux musculaires libres pour la paume de la main sera proposée essentiellement dans le

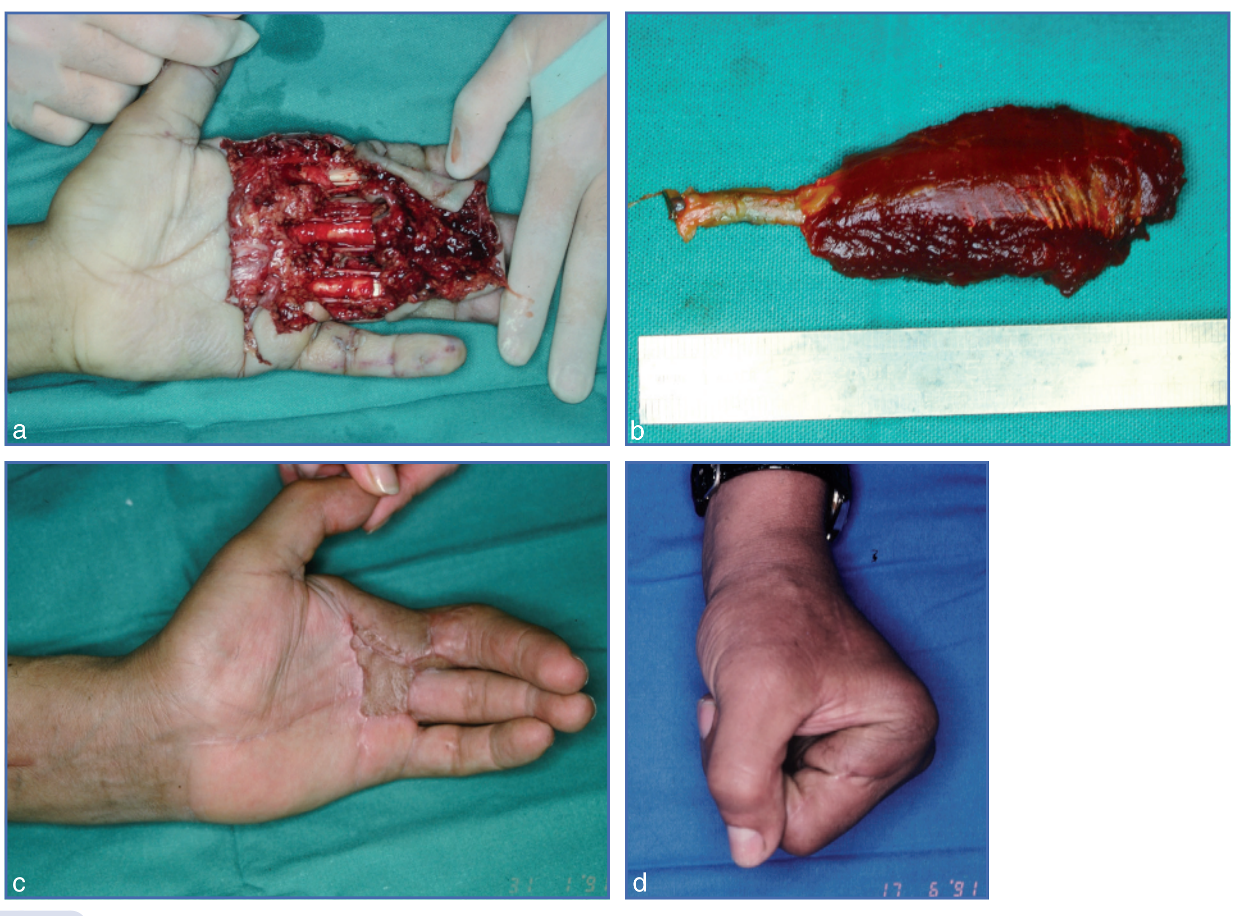


Figure 9.88

Utilisation d'un lambeau libre de carré pronateur pour une petite perte de substance de la paume.
a. Main de presse combinant écrasement et dégantage sur les quatre premiers doigts longs.
b. L'index devra être régularisé en raison de lésions ostéoarticulaires étagées. Son utilisation en cheiroplastie laisse persister une perte de substance palmaire distale, en regard des 3e et 4e espaces commissuraux.
c. Prélèvement d'un lambeau libre de carré pronateur qui sera couvert d'une greffe de peau mince et revascularisé par un branchement sur l'arcade palmaire superficielle.
d. Résultat fonctionnel. La greffe adhère au corps charnu et offre un revêtement stable.

cas de grandes pertes de substance et avec, comme site donneur électif, le muscle grand dentelé.

Toutefois, nous avons utilisé, dans un cas d'une perte de substance traumatique palmaire, le muscle carré pronateur, prélevé en lambeau libre sur le membre homolatéral (figure 9.88) [2]. La perte de substance avait une surface d'environ 35 × 25 mm, inaccessible à n'importe quel lambeau local de voisinage, mais semblant toutefois de dimensions trop restreintes pour justifier l'emploi d'un lambeau de grand dentelé. Le calibre de l'artère interosseuse antérieure autorise son branchement en terminolatéral sur l'arcade vasculaire palmaire superficielle, la difficulté résidant dans le rebranchement des veines comitantes de cette artère interosseuse antérieure, en raison du petit calibre de ces vaisseaux.

Références

[1] Colson P. Le lambeau latéro-digital. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main, tome 2. Paris : Masson ; 1984. p. 261–77.
[2] Dautel G, Merle M. Pronator quadratus free muscle flaps for treatment of palmar defects. J Hand Surg 1993 ; 18B : 576–8.
[3] Dufourmentel C. La fermeture des pertes de substance cutanée limitées. Le lambeau de rotation en « L » pour losange. Ann Chir Plast 1962 ; 7 : 61–6.
[4] Huber E. Hilfsoperation der Medianuslähmung Dtsch Z Chir 1921 ; 162 : 271–5.
[5] Littler JW, Cooley SGE. Opposition of the thumb and its restoration by abductor digiti quinti transfer. J Bone Joint Surg 1963 ; 45A : 1389.
[6] Quaba AA, Davison PM. The distally-based dorsal hand flap. Br J Plast Surg 1990 ; 43 : 28–39.
[7] Rath S, Hung LK, Leung PC. Vascular anatomy of the pronator quadratus muscle flap : a justification for its use with a distally based blood supply. J Hand Surg 1990 ; 15A : 630–6.

9.3 Grandes pertes de substance de la main

Après avoir traité les petites pertes de substance digitale de la main, cette section est consacrée aux défects cutanés étendus. Ces grandes pertes de substance se rencontrent habituellement dans le cadre de traumatismes complexes associant des lésions cutanées, tendineuses et ostéoarticulaires.

Dans l'idéal, on cherchera à assurer en un seul temps opératoire, le traitement des différentes composantes du traumatisme en utilisant des techniques compatibles avec une mobilisation précoce.

Toutefois, le traitement des lésions osseuses et tendineuses au stade de l'urgence n'a de sens que si l'on est capable d'assurer, dès ce stade, une couverture cutanée irréprochable, susceptible de protéger les réparations sous-jacentes. Le temps de revascularisation tel qu'il a déjà été évoqué est, bien entendu, l'étape préliminaire indispensable.

Enfin, ce temps de couverture cutanée ne se conçoit qu'après un parage méticuleux, éliminant délibérément tous les tissus voués à la nécrose.

L'arsenal thérapeutique en matière de lambeau de couverture s'est considérablement diversifié durant les vingt dernières années. Le chirurgien, confronté à ces grandes pertes de substance de la main, dispose de solutions extrêmement diverses allant du lambeau pédiculé à distance jusqu'au lambeau libre composite. Les différents sites donneurs doivent être connus afin de proposer au blessé la solution la plus appropriée tenant compte à la fois des constatations locales, des besoins fonctionnels du patient et gardant comme souci constant l'ambition de limiter les séquelles au niveau du site donneur.

Cette section comporte une description des sites donneurs utilisables. Notre but n'est pas de faire ici un catalogue exhaustif de toutes les possibilités techniques mais plutôt de présenter en détail les options qui se sont imposées dans notre pratique quotidienne. À l'inverse, d'autres options thérapeutiques d'usage plus confidentiel, que nous avons délibérément abandonnées aux vues de leurs inconvénients, sont succinctement décrites.

Au terme de cette description des différents sites donneurs, nous proposons une stratégie thérapeutique définissant les différentes options susceptibles d'être retenues en fonction des caractéristiques de la perte de substance à couvrir.

Étiologie des grandes pertes de substance de la main

La nature du traumatisme responsable de la perte de substance doit être prise en considération car à même de guider l'étendue du parage, de prévoir le risque d'œdème et ses conséquences et, éventuellement, d'orienter le choix d'une option thérapeutique donnée.

Abrasion

Les lésions par abrasion concernent essentiellement la face dorsale de la main et des doigts et peuvent s'accompagner de lésions tendineuses et articulaires.

La classique « main de portière » se rencontre au décours d'accidents de la route et procède d'une violente abrasion de la face dorsale de la main et des doigts contre le bitume. Des lésions tendineuses concernant l'appareil extenseur et ostéoarticulaires peuvent être associées.

Avulsion

Les avulsions cutanées se rencontrent à la face dorsale ou à la face palmaire, souvent en continuité avec une avulsion du fourreau cutané digital. Il s'agit le plus souvent de lésions occasionnées par des machines industrielles comportant des rouleaux d'entraînement ; des lésions sous-jacentes ostéoarticulaires par écrasement peuvent être observées.

Écrasement

Les lésions par écrasement sont dues à des machines industrielles de type presse pneumatique, marteau-pilon ; les lésions articulaires sont souvent complexes, comminutives et il est parfois difficile d'apprécier l'importance du parage cutané à réaliser en urgence. Dans ce contexte d'écrasement, on doit redouter la survenue d'un œdème post-opératoire majeur.

Brûlure

Les projections de métal en fusion ou les lésions dues à des presses chauffantes occasionnent des brûlures profondes, du troisième degré, étendues, concernant parfois, les deux plans palmaire et dorsal de la main. Là encore, la survenue d'un œdème post-opératoire majeur doit être redoutée. Plusieurs temps de parages successifs sont souvent nécessaires devant la difficulté d'apprécier en urgence l'exacte étendue de la brûlure.

Plaies par arme à feu

Elles occasionnent souvent des lésions stéréotypées avec une porte d'entrée discrète et un orifice de sortie extrêmement délabré. Lorsqu'il s'agit de plaies transfixiantes, les lésions sont habituellement mixtes, vasculaires, tendineuses, ostéoarticulaires et cutanées.

Stratégie générale dans les grandes pertes de substance de la main

Le temps de couverture cutanée s'inscrit dans le cadre d'une prise en charge globale de ces traumatismes graves de la main. Sans revenir sur les différentes étapes techniques qui ont déjà été évoquées au cours de chapitres précédents, nous rappellerons brièvement les grands principes de cette prise en charge.

Parage et décontamination

Le temps de parage doit méticuleusement éliminer tous les tissus voués à la nécrose. La persistance sous un lambeau cutané de fragments tissulaires en cours de nécrose risque de grever lourdement le pronostic fonctionnel. D'une part, ces tissus se comportent comme un point d'appel à l'infection, d'autre part, en l'absence d'infection, ils laissent la place à un tissu fibreux d'interposition lui-même source de raideur et d'ankylose.

Le parage doit donc être attentif. Lorsque le temps de couverture cutanée doit faire appel, en urgence différée, à un lambeau libre de couverture réalisé dans les soixante-douze premières heures post-opératoires, il est sage de procéder à un deuxième temps de parage avant la réalisation du lambeau proprement dit.

En revanche, lorsque la couverture est réalisée d'emblée par un lambeau pédiculé, ce parage doit être exact dès le premier temps opératoire. Ce premier temps opératoire se termine par une large irrigation de la plaie au sérum physiologique additionné d'un antiseptique. Nous n'avons pas l'habitude de prescrire une antibiothérapie par voie générale en dehors de cas particulier, tels les traumatismes par machines agricoles, suspects d'une contamination tellurique majeure.

Ostéosynthèse

La stabilisation du squelette, le rétablissement de la longueur constitue la première étape technique du temps de réparation proprement dit. À l'évidence, la stratégie de couverture cutanée doit être définie avant même que ne débute cette ostéosynthèse. Quel que soit le moyen de stabilisation utilisé, la couverture du foyer par un lambeau viable est le meilleur moyen de prévenir l'infection.

Revascularisation et réparation nerveuse

Le temps de rétablissement de la continuité vasculaire et de réparation nerveuse intervient une fois l'ostéosynthèse effectuée. Là encore, le lambeau réalisé ensuite devra être capable de parfaitement couvrir et protéger les sutures ou pontages vasculaires réalisés.

Dans de rares cas, le temps de revascularisation et de couverture cutanée est envisagé conjointement, un lambeau, tel le « lambeau chinois » par exemple, pouvant jouer le rôle de « lambeau porte-artère », dispensant de la réalisation complémentaire de pontages.

Réparation tendineuse

Lorsqu'elle est possible, la réparation tendineuse directe est toujours souhaitable, qu'il s'agisse des tendons fléchisseurs ou extenseurs. Si elle n'est pas possible, et qu'une reconstruction secondaire est programmée, la mise en place de tiges de Hunter dès le stade de l'urgence peut épargner au malade un temps opératoire ultérieur.

Prévention de l'œdème

Tous les traumatismes majeurs de la main comportant une composante d'écrasement, d'attrition ou de compression appuyée induisent un œdème. Cet œdème post-opératoire est lui-même source de complications majeures. En augmentant les pressions tissulaires, il crée de véritables syndromes compartimentaux au niveau des loges interosseuses menaçant la vitalité et la fonction musculaire. Il est également à l'origine d'enraidissement articulaire et de blocage des espaces de glissement tendineux. Enfin, il diminue l'élasticité cutanée et accroît la tension tissulaire, ajoutant ainsi ses effets à ceux du traumatisme initial pour menacer la vitalité des tissus.

Ces différents effets mécaniques se conjuguent pour augmenter la douleur post-opératoire et réduire les capacités de mobilisation du blessé. La lutte contre l'œdème comporte plusieurs mesures effectuées aux différents temps de prise en charge de ces blessés

En peropératoire seront réalisées des incisions de décharge, soit en présence d'un œdème majeur constitué,

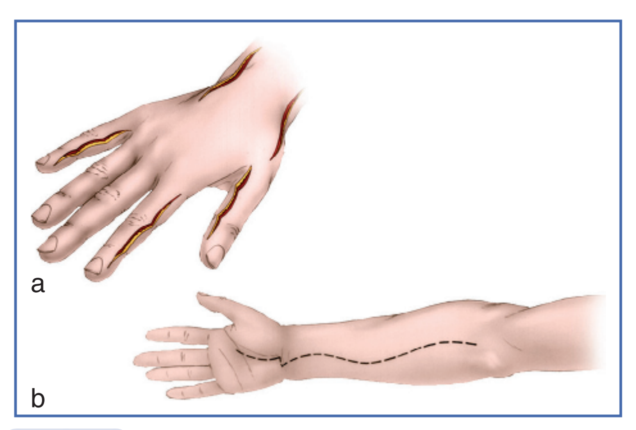


Figure 9.89

Incisions de décharges.
a. Incisions de décharges digitales et au poignet.
b. Incisions de décharge palmaires et à l'avant-bras.

soit préventivement lorsque le mécanisme lésionnel est connu (brûlure, écrasement).

Au niveau digital, les incisions de décharge sont réalisées sur le bord dorsolatéral, au sommet des plis de flexion interphalangiens (figure 9.89). Après incision du plan cutané, il faut impérativement dissocier le fascia digital sous-jacent. Il n'est pas rare qu'au terme de cette incision de décharge digitale apparaisse un diastasis de 3 à 5 mm. Ces incisions de décharge diminuent la tension cutanée, réduisent la stase veineuse et facilitent la revascularisation. La douleur s'en trouve atténuée et la mobilisation précoce des chaînes digitales devient plus facile pour le patient.

Au niveau de la face dorsale de la main, ces incisions de décharge concernent essentiellement les espaces interosseux. Au niveau de chaque espace intermétacarpien, l'aponévrose du muscle interosseux dorsal doit être incisée longitudinalement pour réduire la tension dans la loge.

À la face palmaire de la main, l'ouverture du canal de Guyon et du canal carpien est également systématique en cas d'œdème important. Enfin, en cas de nécessité, ces incisions de décharge doivent être également réalisées sur l'avant-bras. Dans ce cas, des incisions sinusoïdales antérieures et postérieures doivent permettre de débrider une à une toutes les loges musculaires.

Effectuées à bon escient, ces incisions de décharge au niveau de l'avant-bras génèrent souvent un diastasis de 5 à 6 cm qui pourra ultérieurement être couvert par des greffes cutanées minces en filet.

Quel que soit son niveau, une incision de décharge réalisée par excès n'entraîne pas de préjudice fonctionnel. En revanche, en l'absence d'incision de décharge, un œdème majeur persistant risque de générer nécrose et enraidissement aux conséquences fonctionnelles tragiques.

Couverture cutanée

Nous reviendrons sur les éléments à prendre en considération pour choisir le mode de couverture le plus approprié. Le meilleur choix ne sera effectué que si la totalité du programme de reconstruction est défini dès le stade de l'urgence.

Surveillance post-opératoire

La surveillance de ces patients s'effectue en post-opératoire, en milieu de soins intensifs, même si le lambeau réalisé n'impose pas de surveillance particulière (lambeau pédiculé).

Dans tous les cas, il faudra en effet s'assurer de la surélévation constante du membre traumatisé pour lutter contre l'œdème et la stase veineuse et entreprendre précocement la mobilisation des chaînes digitales lorsqu'elle est possible, pour limiter les raideurs articulaires.

Dans le même esprit, l'appareillage précoce par des orthèses dynamiques fait partie intégrante de la prise en charge de ces patients et est un élément du pronostic fonctionnel à long terme.

Techniques de couverture des grandes pertes de substance de la main

Greffes de peau

L'usage de greffes de peau dans ce contexte de grandes pertes de substance de la main est relativement limité en pratique. Il est rare, en effet, qu'au terme du traumatisme un sous-sol de qualité suffisante soit présent pour accueillir une greffe de peau. Toutefois, à la face dorsale, la couverture par greffe de peau restera envisageable chaque fois que le péritendon de l'appareil extenseur est intact.

De la même façon, à la face palmaire, la couverture par greffe de peau sera possible si le plan aponévrotique palmaire moyen est encore présent et bien vascularisé.

Dans tous les cas, ces greffes de peau devront respecter le principe des unités fonctionnelles cutanées (figure 9.90). À la face dorsale de la main, l'usage de greffes épaisses respectant les contours de ces unités fonctionnelles est tolérable. En revanche, au niveau des espaces commissuraux et en particulier de la première commissure, ainsi qu'au niveau de la face palmaire, l'usage de greffes de peau totale s'impose pour éviter les inconvénients d'une rétraction post-opératoire.

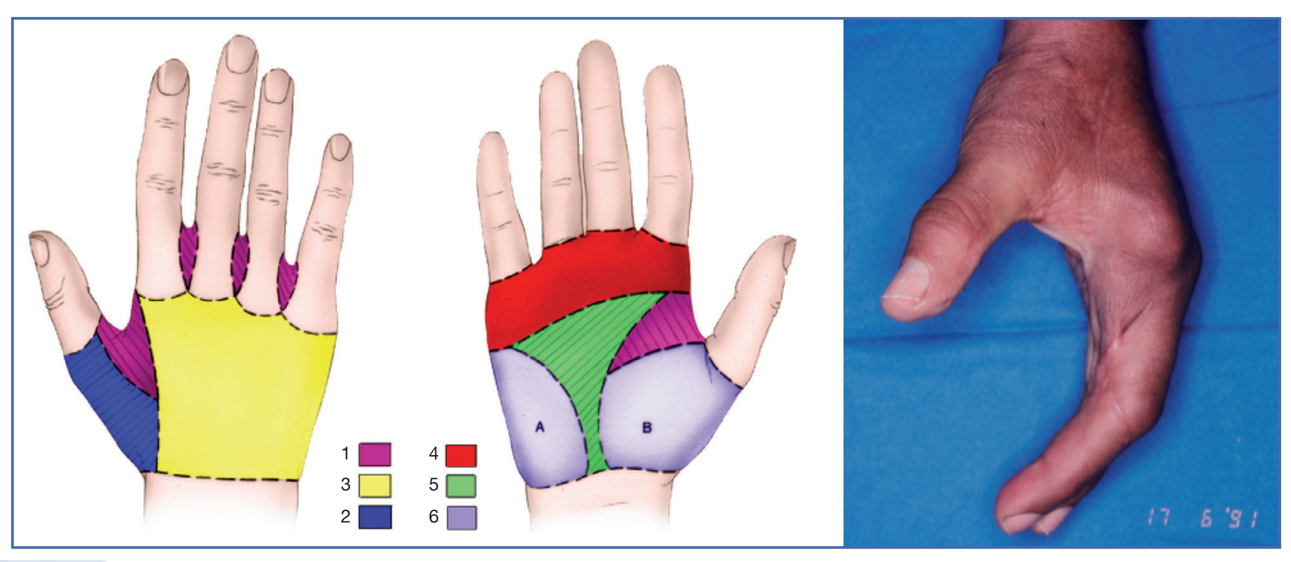


Figure 9.90

Les unités fonctionnelles cutanées de la main.
1. Unités fonctionnelles commissurales. 2. Unité fonctionnelle du pouce dorsal. 3. Unité fonctionnelle cutanée dorsale. 4. Unité fonctionnelle palmaire distale. 5. Unité fonctionnelle palmaire centrale. 6A. Unité fonctionnelle hypothénarienne. 6B. Unité fonctionnelle thénarienne.

Lambeaux à distance à vascularisation axiale : lambeau inguinal de Mac Gregor

Historiquement, les lambeaux à distance ont été les premiers utilisés en cas de grandes pertes de substance de la main.

Les lambeaux à distance, au « hasard » (*random-pattern*, *flap*) ont ainsi longtemps représenté la seule solution envisageable face à ces défects étendus de la main ou du poignet. L'absence de pédicule vasculaire axial imposait des contraintes multiples quant au dessin du lambeau si l'on voulait éviter un temps d'autonomisation préalable.

Dans notre pratique, ces lambeaux à distance « au hasard » ont totalement disparu.

La seconde génération de ces lambeaux à distance est représentée historiquement par les lambeaux à pédicule vasculaire axial. Shaw et Payne ont été les premiers à décrire en 1946 ce lambeau abdominal vascularisé par l'artère épigastrique superficielle [49]. En 1965, Bakamjian proposa l'usage d'un lambeau deltopectoral disposant du même type de vascularisation axiale et permettant, de la même façon, de s'affranchir des contraintes de rapport, longueur sur largeur, propres au lambeau au « hasard » [2].

Enfin, en 1972, Mac Gregor et Jackson ont proposé un lambeau inguinal vascularisé par l'artère circonflexe iliaque superficielle [37, 38, 39]. Parmi ces lambeaux à distance à pédicule vasculaire axial, le lambeau inguinal de Mac Gregor est le seul que nous utilisions encore.

Anatomie du lambeau inguinal de Mac Gregor

La vascularisation du lambeau cutané inguinal est assurée par l'artère circonflexe iliaque superficielle. Cette artère naît de l'artère fémorale commune, 2 à 3 cm au-dessous du milieu de l'arcade crurale, son calibre est à l'origine d'environ 2 mm (figure 9.91).

Elle se porte en haut et en dehors suivant un trajet parallèle à l'arcade crurale, jusqu'au voisinage de l'épine iliaque antérosupérieure où elle se divise en ses trois branches terminales. Le point essentiel concerne la profondeur de ce vaisseau et sa situation par rapport à l'aponévrose superficielle : il est admis que l'artère circonflexe iliaque superficielle devient de plus en plus superficielle au fur et à mesure de son trajet et que, de siège d'abord sous-aponévrotique, elle perfore cette aponévrose en regard du bord médial du muscle couturier (à ce niveau, elle abandonne une branche à destinée musculaire).

Par conséquent, si la longueur du pédicule exige que la dissection soit poursuivie vers la ligne médiane, au-delà du bord latéral du couturier, il faudra veiller à emmener avec le lambeau le feuillet aponévrotique sous-jacent.

Variations vasculaires

Les variations de l'artère circonflexe iliaque superficielle concernent en fait son niveau d'origine sur l'artère fémorale (figure 9.91c). Cette artère peut dans certains cas naître d'un tronc commun avec l'artère sous-cutanée abdominale ;

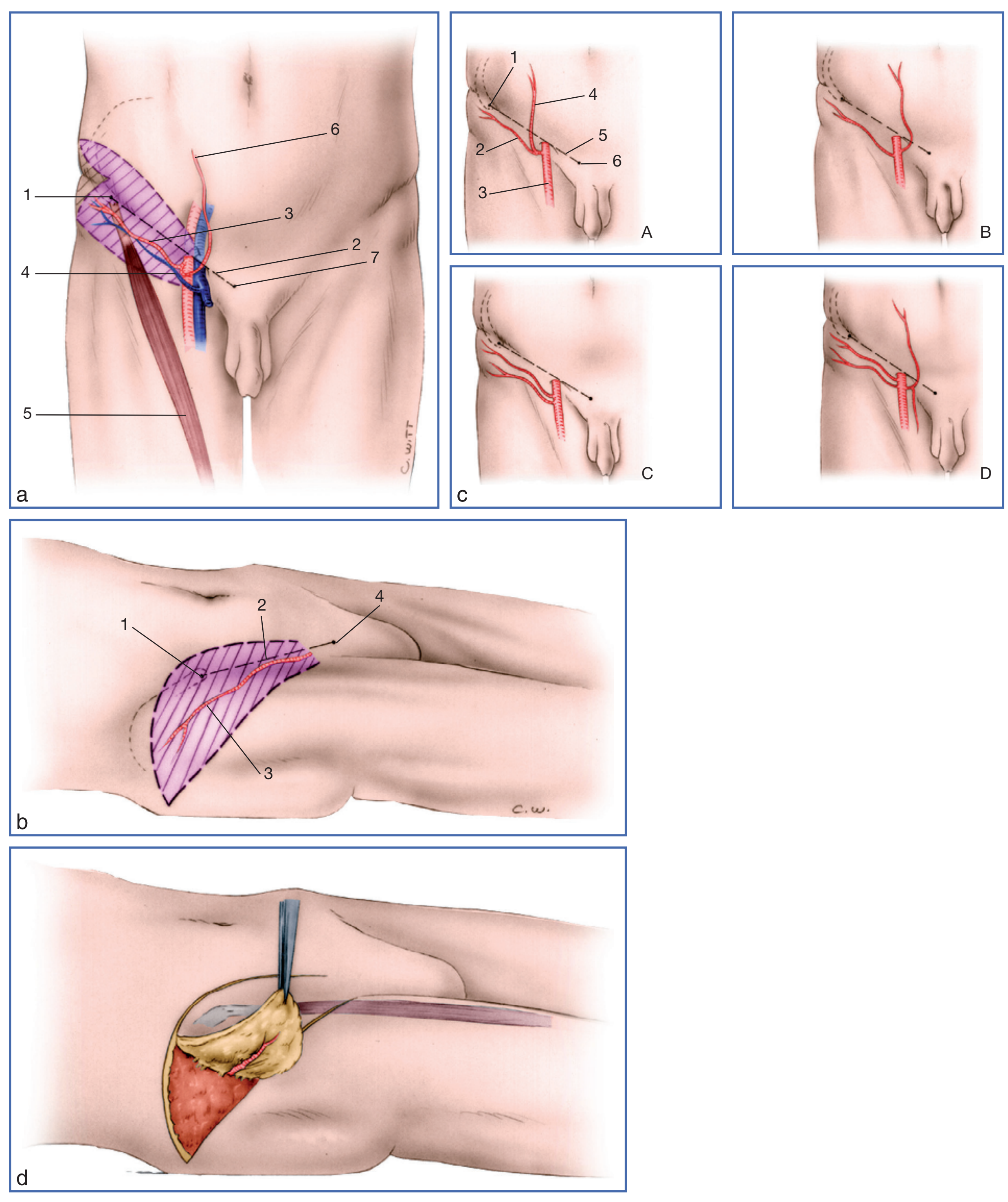


Figure 9.91

Lambeau pédiculé inguinal de Mac Gregor.

a. Anatomie (en hachuré, la surface théorique du lambeau). 1. Épine iliaque antérosupérieure. 2. Arcade crurale. 3. Vaisseaux circonflexes iliaques superficiels. 4. Point de repérage de l'artère (2 cm sous le milieu de l'arcade crurale). 5. Muscle couturier. 6. Artère épigastrique. 7. épine du pubis.
b. Planification préopératoire. 1. Épine iliaque antérosupérieure. 2. Arcade crurale. 3. Trajet théorique de l'artère circonflexe iliaque superficielle. 4. Épine du pubis. En hachuré, la surface du lambeau.
c. Variations vasculaires concernant le niveau d'origine de l'artère circonflexe iliaque superficielle, d'après Gomis. 1. Épine iliaque antérosupérieure. 2. Artère circonflexe iliaque superficielle. 3. Artère fémorale. 4. Artère épigastrique. 5. Arcade crurale. 6. Épine du pubis; (A) origine par un tronc commun de l'épigastrique et de la circonflexe iliaque superficielle 56 %; (B) origine séparée 42 %; (C) duplicité directe 9 %; (D) duplicité indirecte 7 %.
d. Soulèvement de l'angle supéro-externe du lambeau inguinal. L'artère circonflexe iliaque superficielle est vue par transparence.

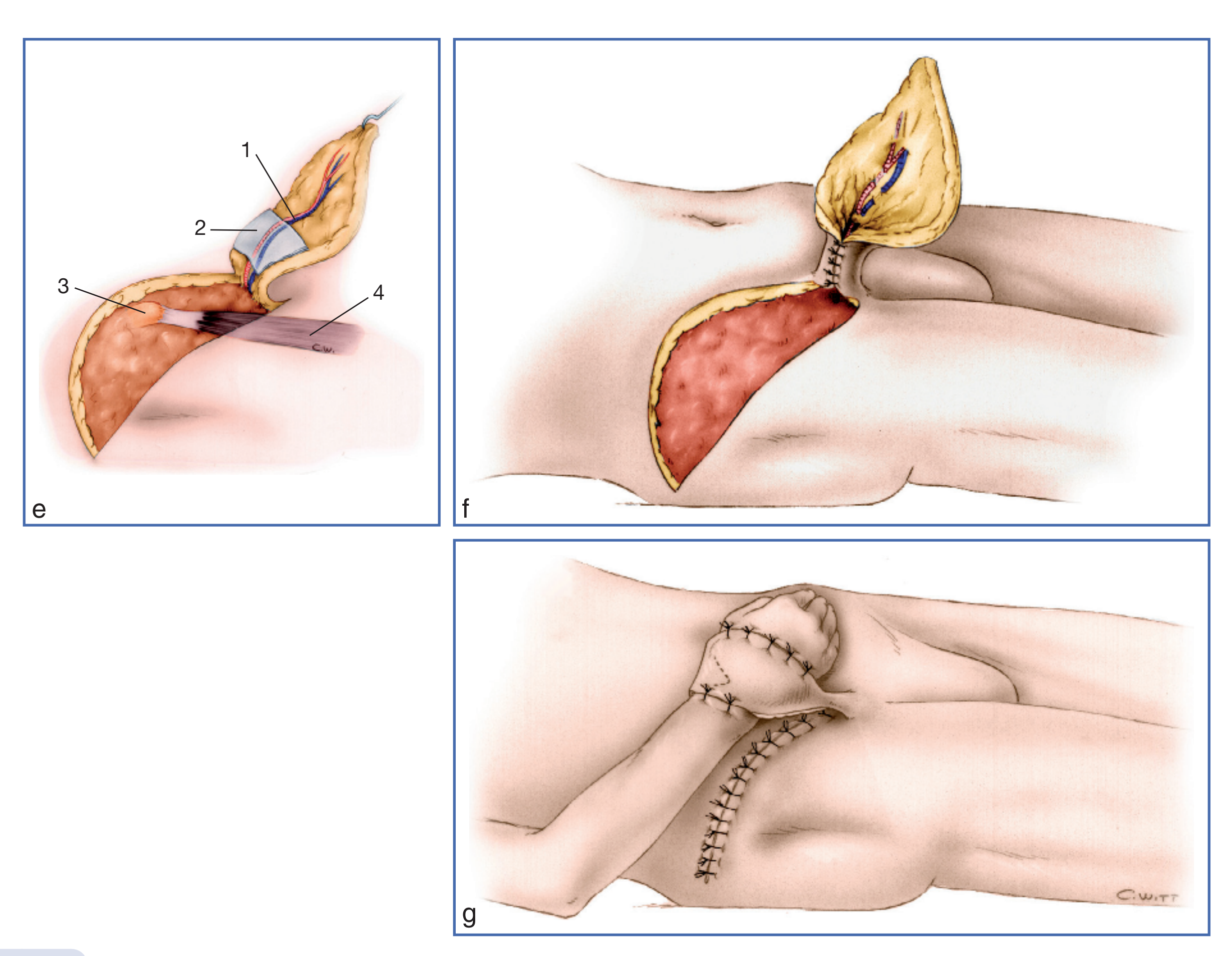


Figure 9.91

Suite.
e. Dissection de la moitié médiale du lambeau. L'aponévrose du couturier a été emmenée. 1. vaisseaux circonflexes iliaques superficiels vus par transparence. 2. Aponévrose du couturier. 3. Épine iliaque antérosupérieure. 4. muscle couturier.
f. Tubulisation de la partie proximale de la charnière du lambeau.
g. Agencement *in situ* et fermeture primaire du site donneur.

dans d'autre cas, un double pédicule vasculaire peut être rencontré au cours de la dissection (duplicité directe ou indirecte).

Limites du lambeau

Comme pour tous lambeaux à pédicule vasculaire axial, le rapport longueur sur largeur n'a plus ici aucune incidence directe. On choisira, suivant les cas, la région inguinale droite ou gauche, privilégiant le côté offrant le confort maximum.

En ce qui concerne la longueur maximale du lambeau, il convient de se souvenir que l'artère circonflexe iliaque superficielle s'arborise en ses branches terminales à proximité de l'épine iliaque antérosupérieure.

Toutefois, il est possible en pratique d'étendre le prélèvement cutané bien au-delà de cette limite latérale de l'épine iliaque antérosupérieure. Mac Gregor rapporte plusieurs cas de lambeaux étendus en longueur jusqu'au voisinage de la ligne médiane postérieure, dépassant de loin le territoire théorique de l'artère circonflexe iliaque superficielle pour atteindre celui des vaisseaux perforants postérieurs. Sans atteindre cette limite extrême de prélèvement, l'usage quotidien de ce lambeau nous a permis de montrer qu'il était possible, sans risque de nécrose, d'étendre en longueur le prélèvement jusqu'à une zone située 8 cm en haut et en dehors de l'épine iliaque antérosupérieure.

Technique de prélèvement du lambeau inguinal

Ce lambeau se prélève sur un patient en décubitus dorsal, un coussin sous la fesse permettant d'autoriser l'accès à la région située en arrière et en dehors de l'épine iliaque

antérosupérieure. La planification préopératoire comporte le repérage et le tracé sur la peau de l'artère fémorale, de l'épine iliaque antérosupérieure, et de l'arcade crurale. Il est également judicieux de repérer le bord médial et latéral du muscle couturier. La constance de l'anatomie vasculaire de ce lambeau nous a fait abandonner le recours systématique au repérage à l'écho-Doppler du pédicule nourricier. Une fois ce repérage effectué, les limites du lambeau sont tracées sur la peau. La palette cutanée utile, c'est-à-dire celle directement destinée à la couverture, est tracée en premier lieu. Habituellement, le grand axe du lambeau est tel que les deux tiers de la surface utile de la raquette cutanée se trouvent situés au-dessous de la ligne repère de l'arcade crurale. Le segment du lambeau destiné à former la charnière ou trompe cutanée, doit être suffisamment large pour permettre une tubulisation sans créer de compression du pédicule vasculaire (figures 9.91d à g).

Il n'y a donc pas de règle intangible quant à la largeur optimale à donner à cette charnière cutanée qui est variable selon l'épaisseur de la panicule adipeuse du patient. Plus ce pannicule adipeux sous-cutané est épais, plus large devra être la charnière cutanée afin de permettre une tubulisation sans tension. Il est prudent de surdimensionner, dans tous les cas, le diamètre de ce tube compte tenu des phénomènes œdémateux post-opératoires.

Dissection proprement dite

La levée du lambeau s'effectue de dehors en dedans jusqu'à l'épine iliaque antérosupérieure, le lambeau cutané est levé seul, sans son fascia qui est abandonné en profondeur. Ce fascia n'est en effet pas indispensable à la survie du lambeau cutané dans sa partie la plus marginale. Par ailleurs, cette technique met à l'abri le nerf fémorofutané de toute blessure accidentelle. La dissection se poursuit alors de dehors en dedans. En disséquant le bord supérieur du lambeau, on tombe nécessairement sur l'artère sous-cutanée abdominale qui devra faire l'objet d'une ligature élective. En disséquant le lambeau vers la ligne médiane, on individualise le bord latéral du muscle couturier. À ce niveau, il faut inciser le foyer aponévrotique qui le recouvre et poursuivre la dissection en incluant ce feuillet à la face profonde du lambeau.

Il est cependant rarement nécessaire de disséquer le pédicule au-delà du bord médial du couturier.

Préparation du lambeau

Pour certains auteurs, un dégraissage est réalisable d'emblée sur le tiers distal du lambeau. Ce dégraissage primaire est particulièrement intéressant pour un site donneur dont l'un des inconvénients tient à l'épaisseur du pannicule adipeux sous-cutané. Soulignons cependant que rien ne permet de codifier l'importance et l'étendue du dégraissage autorisé sans risque (figure 9.91f).

La tubulisation de la charnière du lambeau est dans notre pratique systématique. En dessinant ce lambeau de façon à disposer d'une charnière suffisamment longue, on dispose du degré de liberté suffisant pour autoriser en post-opératoire, la mobilisation précoce des doigts, du poignet ainsi que de la prosupination de l'avant-bras. Par ailleurs, cette tubulisation de la charnière facilite considérablement le nursing post-opératoire.

Fermeture du site donneur

Elle nécessite un décollement du revêtement cutané à la fois sur le versant abdominal et sur la racine de la cuisse. Dans notre pratique, cette fermeture primaire du site donneur est toujours obtenue. En peropératoire et en post-opératoire, une installation du patient, genoux en semi-flexion, pour détendre la cicatrice du site donneur, est souhaitable (figure 9.91g).

Mise en place du lambeau et immobilisation

Au terme de cette préparation du lambeau, l'agencement *in situ* au niveau du site receveur s'effectue simplement par suture à points séparés aux berges de la perte de substance. Le pansement a un rôle considérable à jouer durant la période post-opératoire. Il doit en effet éviter toute tension néfaste à la vascularisation au niveau de la trompe du lambeau, la phase critique étant celle de l'agitation du réveil. Il faut d'abord bloquer la main sur le ventre, puis le bras contre le thorax. Nous n'avons toutefois jamais recours au lourd artifice qu'ont proposé certains auteurs et qui consiste à solidariser le bassin et le membre supérieur par l'usage d'un fixateur externe prenant appui sur la crête iliaque, d'une part, le radius distal d'autre part.

Durant toute la période post-opératoire, on devra surveiller le pansement et éviter toute plicature du pédicule afin de mettre le lambeau à l'abri d'une ischémie et d'un œdème majeur.

Sevrage du lambeau

Après avoir longtemps attendu, jusqu'au terme de la troisième semaine, pour procéder au sevrage du lambeau, nous procédons maintenant à un sevrage plus précoce entre le 15^{e} et le 21^{e} jour, suivant les cas. Ce sevrage est toujours précédé d'un essai de clampage qui s'effectue simplement en plaçant une pince à coprostase au lit du malade sur la charnière cutanée. La persistance d'un pouls capillaire visible en dépit du clampage est le témoin d'une autonomisation satisfaisante du lambeau qui autorise dès lors la section définitive de la trompe.

Soulignons toutefois que dans les rares cas où une partie de la trompe doit être réutilisée pour participer à la couverture proprement dite du site receveur, il est préférable de procéder à un sevrage plus tardif, voire en deux temps. Le premier temps consiste alors en une section première de l'artère circonflexe iliaque superficielle à la face profonde de la charnière. Dans l'idéal, toutefois, la planification préopératoire du lambeau devra essayer d'obtenir la couverture d'emblée sans qu'il soit nécessaire d'utiliser la charnière elle-même dans un second temps pour compléter la couverture.

Variantes techniques

Utilisation du lambeau inguinal de Mac Gregor en lambeau libre

La région inguinale est l'un des premiers sites donneurs à être utilisé pour la réalisation des lambeaux libres cutanés. Les détails techniques concernant l'utilisation de ce site donneur en lambeau libre seront envisagés plus loin. Le principal inconvénient consiste en la brièveté d'un pédicule qui est de surcroît de petit calibre. Initialement utilisé parce qu'il était l'un des premiers sites donneurs connus, ce lambeau a ensuite été largement abandonné lorsque sont apparus des sites donneurs moins exigeants techniquement (lambeaux scapulaire et parascapulaire).

Il connaît actuellement un regain d'intérêt tout à fait net en raison principalement de la discrétion de la rançon cicatricielle, toujours dissimulable.

Utilisation du lambeau inguinal en lambeau composite ostéofutané

L'artère iliaque circonflexe superficielle participe en collaboration avec l'artère circonflexe iliaque profonde à la vascularisation de la crête iliaque. Certains auteurs ont proposé l'utilisation de lambeaux composites ostéofutanés, vascularisés par la seule artère iliaque circonflexe superficielle [22]. Un tel lambeau composite peut s'avérer précieux pour la reconstruction en un temps des pertes de substance dorsale comportant un défect osseux sur les métacarpiens. Soulignons toutefois que la planification préopératoire de ces lambeaux est délicate lorsqu'il s'agit de préciser la position respective des composants osseux et cutané. Face à cette difficulté, il est habituel de surdimensionner le lambeau cutané par rapport au défect réel, pour que le greffon trouve sa place et préserve sa vascularisation.

Avantages et inconvénients du lambeau de Mac Gregor

Ce lambeau à long pédicule permet d'assurer la couverture de pertes de substance importantes de la main et du poignet tout en autorisant une mobilisation précoce. Il s'agit d'un lambeau d'une grande fiabilité et dont la réalisation technique ne présente pas de difficulté. Pour une série de 71 lambeaux inguinaux réalisés par onze chirurgiens différents, nous n'avons retrouvé qu'un seul échec par faute technique (pédicule fermé sous trop forte tension). Cette même série comportait deux nécroses totales, l'une due à une infection et la seconde rapportée à des désunions cicatricielles multiples en rapport avec un *delirium tremens* post-opératoire (figure 9.92).

Ce lambeau reste toujours réalisable même lorsqu'aucun pédicule n'est utilisable au niveau de la main pour recevoir d'un lambeau libre.

Inconvénients du lambeau de Mac Gregor : même lorsqu'on a le souci de dessiner un lambeau muni d'une charnière longue, l'usage de ce moyen de couverture a l'inconvénient de maintenir le membre supérieur en position déclive pendant les 12 à 21 jours nécessaires à l'autonomisation. Cette situation favorise l'installation d'une stase veineuse et d'un œdème.

Le deuxième inconvénient tient à l'épaisseur habituelle de ce lambeau chez l'adulte due à l'importance de la panicule adipeuse sous-cutanée dans la région inguinale. Plusieurs dégraissages successifs, post-opératoires sont habituellement nécessaires pour améliorer l'aspect esthétique au niveau du site receveur.

Lorsque l'on a le soin de prélever ce lambeau latéralement au-delà de l'épine iliaque antérosupérieure, le problème de la pilosité ne se pose pas car le flanc est habituellement glabre. En revanche, lorsque la peau utilisée s'étend de façon plus proximale, la pilosité du lambeau vient grever le résultat esthétique final.

Comme pour tous lambeaux pédiculés dont la charnière n'est que transitoire, on ne peut guère attendre du lambeau inguinal pédiculé qu'il joue un rôle d'aide trophique. À l'inverse, au terme de son autonomisation, ce lambeau est entièrement tributaire du site receveur pour sa vascularisation. Même si ce rôle d'aide trophique est difficile à quantifier, il est probable qu'à cet égard les performances du lambeau inguinal de Mac Gregor se situent en retrait relativement à celles obtenues par des lambeaux dont le pédicule artériel est constant qu'il s'agisse de lambeaux artériels pédiculés ou de lambeaux libres. Le dernier inconvénient lié à l'usage du lambeau de Mac Gregor est son insensibilité. Comme tout lambeau prélevé à distance, pédiculé, la sensibilité de la palette cutanée à terme reste médiocre, voire nulle. Chaque dégraissage supprime de plus l'acquis d'une resensibilisation débutante à partir du site receveur.

Figure 9.92

Utilisation du lambeau de Mac Gregor.

a. Avulsion des doigts longs par une bande transporteuse chez un enfant de 10 ans.

b, c. Perte de substance après un échec de replantation.

d. Site donneur du lambeau de Mac Gregor.

e. Le lambeau *in situ*.

f. L'utilisation du lambeau de Mac Gregor a permis de conserver la 2e métacarpophalangienne et de réaliser ensuite un transfert du 2e orteil.

En 1977, Joshi a proposé d'accélérer le recouvrement d'une sensibilité de protection au niveau de ces lambeaux en utilisant le rameau perforant du douzième nerf sous-costal [30]. Pour cet auteur, ce nerf donne de manière constante un rameau perforant qui devient sous-cutané, 5 cm en arrière de l'épine iliaque antérosupérieure. À ce niveau, il peut être palpé en le roulant des doigts sur la convexité de la crête. La dissection permettra alors de le suivre jusque dans le plan tissulaire du lambeau inguinal. Ce rameau peut alors être anastomosé avec le moignon proximal d'un nerf sensitif choisi au niveau du site d'accueil. L'entrée à deux pôles opposés du lambeau des pédicules vasculaire et nerveux facilite cette anastomose.

Lambeaux artériels pédiculés prélevés sur l'avant-bras

De la même façon que le lambeau inguinal de Mac Gregor a révolutionné le traitement des pertes de substance de la main, l'apparition à partir de 1981 de lambeaux cutanés artériels, pédiculés, prélevables sur l'avant-bras lui-même a considérablement modifié les indications chirurgicales de couverture. Cette catégorie des lambeaux artériels pédiculés prélevables sur l'avant-bras comporte quatre sites donneurs d'importance inégale que nous décrirons successivement.

Lambeau radial antébrachial dit « lambeau chinois »

Dès 1978, les auteurs chinois ont proposé l'usage de ce site donneur représenté par la peau palmaire de l'avant-bras vascularisé par l'artère radiale. L'usage de ce lambeau a ensuite été introduit en France au retour de la mission française de microchirurgie en République populaire de Chine en 1981 [6, 7, 18, 19, 50].

Des raffinements dans la technique de dissection ont vite été proposés, permettant d'augmenter la longueur utile du pédicule en le décroisant au niveau du premier espace, ou d'en faire un lambeau composite (os, muscle, tendon) utilisables en particulier pour la reconstruction du pouce [18, 19].

Historiquement, l'apparition et l'usage du « lambeau chinois » à pédicule distal ont fait régresser, de façon importante, nos indications de lambeau inguinal de Mac Gregor [7].

Nous verrons plus loin que l'usage du lambeau interosseux postérieur a à son tour fait diminuer les indications de ce même « lambeau chinois » (figure 9.93).

Anatomie

L'artère radiale naît de l'artère brachiale au niveau du pli du coude. Dans son tiers proximal, elle est située profondément entre long supinateur et rond pronateur. Au fur et à mesure de son trajet, elle devient plus superficielle et se situe au quart distal de l'avant-bras dans la gouttière du pouls. Elle contourne ensuite le bord radial du poignet passant sous les premiers compartiments dorsaux des extenseurs pour gagner le sommet du premier espace interosseux (figure 9.93a et b).

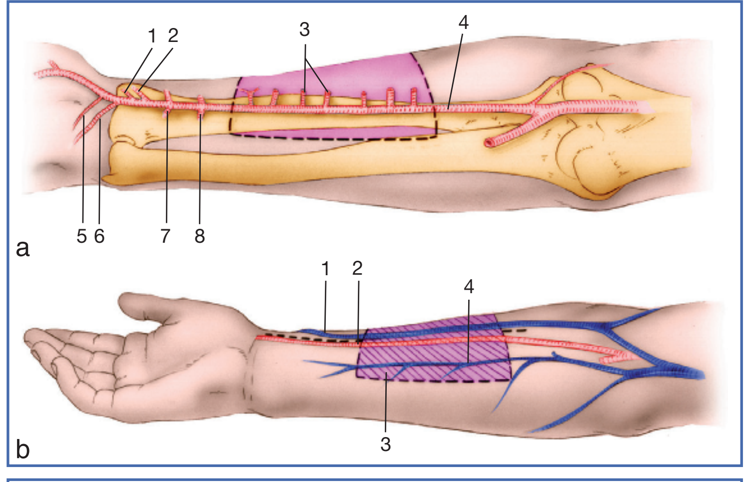
Elle gagne ensuite le plan vasculaire palmaire où l'anastomose avec l'artère cubitale est constante, qu'il s'agisse d'une anastomose indirecte ou directe par inosculation. Cette anastomose distale est à la base de la réalisation de lambeau cutané à pédicule distal.

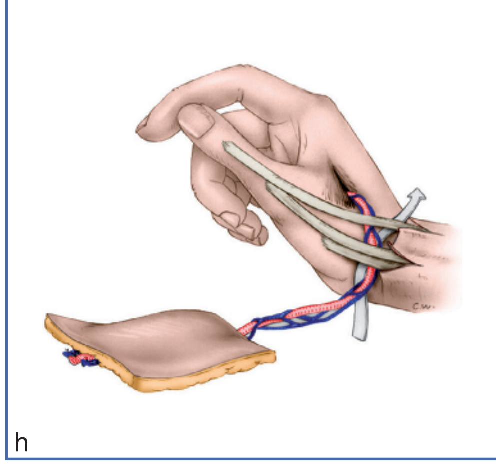
Branches collatérales (figure 9.93a)

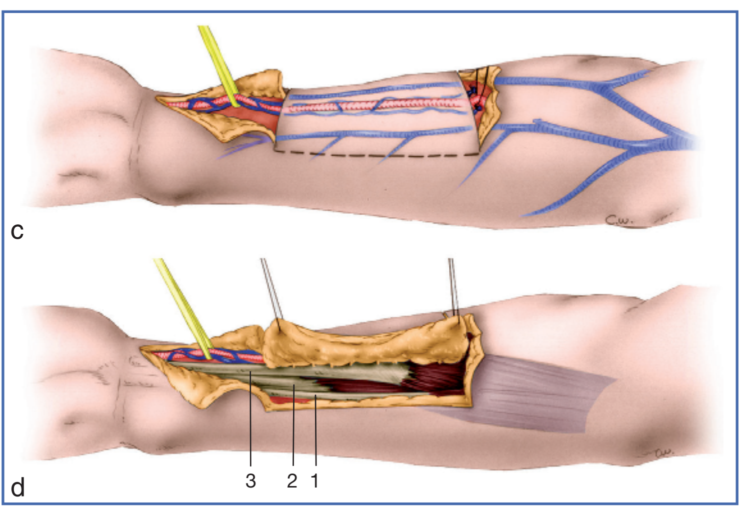
Dans la partie tout initiale de son trajet, l'artère radiale donne naissance à l'artère récurrente radiale antérieure qui est la plus volumineuse des branches collatérales proximales. Cette artère récurrente radiale antérieure peut à son tour donner naissance à un rameau à destinée cutanée, appelé branche cutanée proximale de l'artère radiale par Cormac [14], et qui peut représenter la base anatomique d'une variante du « lambeau chinois » (lambeau antébrachial de la branche cutanée proximale de l'artère radiale). Au-delà de la naissance de l'artère récurrente radiale antérieure, l'artère radiale donne essentiellement de petites collatérales destinées au radius, aux muscles de la loge antérieure et au revêtement cutané de l'avant-bras. Ces fines artères collatérales naissent de manière étagée tous les 2 cm de l'artère radiale, à partir de son bord externe. Elles cheminent initialement au sein du fascia musculaire lui-même.

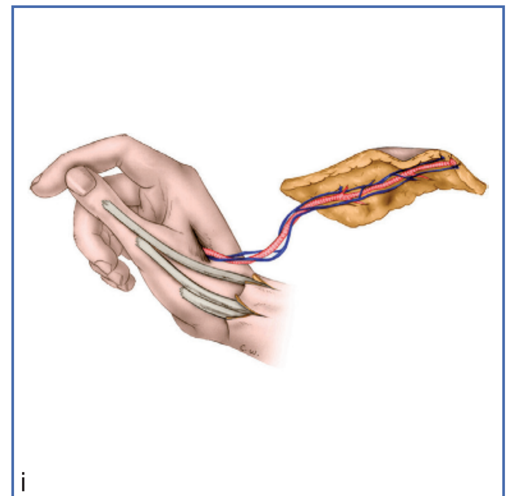
Dans la partie distale de son trajet, l'artère radiale donne naissance à deux artères collatérales dont la disposition semble constante. La première naît à environ 7 cm de la styloïde radiale ; il s'agit d'une collatérale à destinée cutanée, constante, qui s'arborise T dans les téguments palmaires en regard. Le territoire cutané vascularisé par cette artère collatérale est de petite taille (environ 8 cm par 9 cm). La deuxième de ces collatérales distales constantes est une branche qui naît de la radiale en regard du carré pronateur. Elle pénètre au sein de ce muscle et se termine dans l'épiphyse radiale. Sa constance autorise le prélèvement de lambeau composite ostéofutané, comme l'a rapporté Foucher [18, 19].

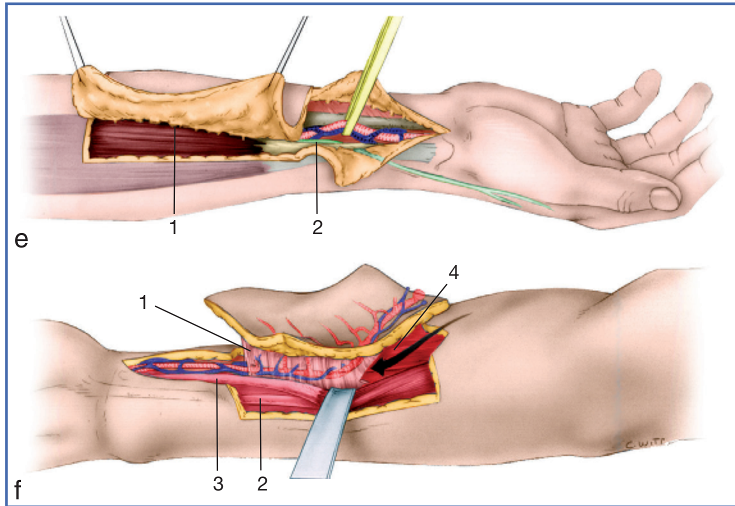
Toutefois, son faible diamètre impose un prélèvement monobloc de l'os et de la partie musculaire du carré pronateur qu'elle traverse.











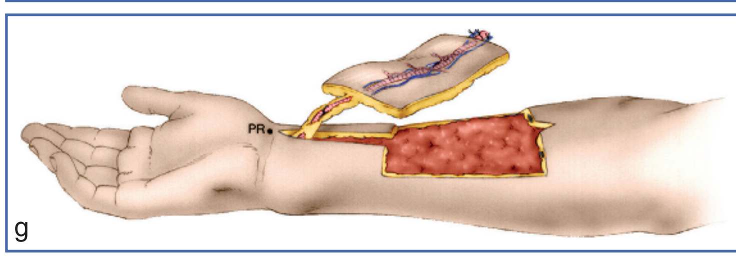


Figure 9.93

« Lambeau chinois » en îlot.

a. Branches collatérales de l'artère radiale. 1. Rameau carpien palmaire. 2. Rameau palmaire superficiel. 3. Branches à destinée cutanée. 4. Artère radiale. 5 et 6. Rameaux carpiens dorsaux. 7. Rameau à destinée osseuse pour le radius. 8. Rameau à destinée cutanée directe distale.
b. Anatomie et planification préopératoire. 1. Veine radiale superficielle. 2. Artère radiale. 3. Surface du lambeau (en hachuré). 4. Réseau veineux superficiel de l'avant-bras.
c. Repérage pédiculaire. Mise sur lac de l'artère radiale et de son réseau de veines comitantes aux bords proximal et distal du lambeau. Au bord proximal du lambeau, l'artère radiale et ses veines comitantes sont liées et solidarisées à la berge cutanée.
d. Dissection et soulèvement du bord cubital du lambeau. 1. Muscle petit palmaire. 2. Muscle fléchisseur commun superficiel des doigts. 3. Muscle grand palmaire.
e. Soulèvement du bord radial du lambeau. 1. Long supinateur. 2. Branche sensitive du radial.
f. Libération du septum. 1. Septum. 2. Petit palmaire. 3. Grand palmaire. 4. Long supinateur.
g. Lambeau au terme de la dissection avec un point de rotation (PR) dans la gouttière du pouls.
h. Artifice de décroisement permettant d'obtenir un point de rotation au sommet du premier espace interosseux et une augmentation de la longueur utile du pédicule.

Réseaux veineux

Deux systèmes interviennent dans le drainage veineux du « lambeau chinois ». Le système veineux superficiel est représenté par les veines superficielles de l'avant-bras. Ce système veineux superficiel est utilisable pour assurer le retour veineux d'un « lambeau chinois » à pédicule proximal ou d'un lambeau libre. Dans ces deux circonstances, l'une des veines superficielles de l'avant-bras, souvent la veine céphalique, est disséquée pour servir de veine de retour.

En revanche, lorsque le « lambeau chinois » est utilisé sous forme de lambeau cutané à pédicule distal, c'est au système des veines profondes satellites de l'artère radiale qu'il appartiendra d'assurer le retour veineux. Ceci suppose une circulation du flux veineux de retour dans le sens inverse du sens habituel de circulation. De nombreux auteurs se sont intéressés à la microanatomie de ce système veineux profond pour tenter d'expliquer comment ce flux veineux *a contrario* était possible en dépit de la présence de nombreuses microvalvules [54]. Une des premières hypothèses pour expliquer ce flux *a contrario* est l'existence de nombreuses connexions anastomotiques entre les deux veines comitantes principales de l'artère radiale [32, 56]. Ainsi le flux veineux de retour serait capable de court-circuiter les valvules passant alternativement d'une des veines comitantes à l'autre.

La seconde hypothèse est celle d'une « faillite » des valvules dont serait responsable d'une part l'augmentation de la pression hydrostatique au sein du réseau veineux et, d'autre part, l'effet de dénervation du réseau microveinulaire produit par la dissection du lambeau [54]. Enfin, rappelons que les anastomoses sont nombreuses et constantes entre le réseau veinulaire profond et superficiel. Il existe une telle anastomose au niveau du sommet du premier espace interosseux dorsal [16]. D'autres anastomoses de même type ont été notées au niveau du poignet ainsi qu'au niveau du pli du coude [41].

En pratique, quel que soit le cheminement du flux sanguin de retour, la dissection d'un lambeau à pédicule distal se traduit toujours dans les premières heures post-opératoires par l'apparition d'un pouls capillaire rapide et parfois d'un œdème de la raquette cutanée. Ceci traduit la gêne transitoire au retour veineux. Habituellement, un équilibre est acquis au bout de quelques jours, se traduisant par un ralentissement tangible du pouls capillaire et une diminution de l'œdème.

Innervation sensitive

Le territoire cutané du « lambeau chinois » est innervé par trois nerfs sensitifs : la branche sensitive du nerf radial, le nerf brachial cutané interne et le nerf musculocutané. La branche sensitive du nerf radial devra être méticuleusement ménagée lors du temps de dissection du lambeau. Elle est particulièrement exposée à son niveau d'émergence sous le tendon du muscle long supinateur. Le nerf brachial cutané interne innerve un territoire cutané sensitif qui se situe le plus souvent à la frontière du territoire cutané intéressé par le prélèvement. Dans ces conditions, lorsque l'on veut disposer d'un lambeau sensible, c'est le plus souvent le nerf musculocutané qui sera disséqué et réanastomosé du site receveur.

Soulignons toutefois que les performances sensitives que l'on peut attendre d'une telle anastomose sont modestes. En effet, lorsque l'on étudie les capacités discriminatives sensitives du nerf musculocutané à l'avant-bras, les résultats obtenus sont souvent de l'ordre de 30 mm et plus [6].

Territoires cutanés

Les études par injection ont montré que le territoire cutané de l'artère radiale était étendu à la quasi-totalité des téguments de l'avant-bras [50].

Il est ainsi possible pour la nécessité d'un site receveur particulier de disséquer des lambeaux de très grande taille, débordant même si nécessaire sur la peau du quart distal du bras.

Lorsqu'un tel « lambeau géant » est planifié, la dissection devra impérativement inclure le fascia musculaire pour plus de sécurité vasculaire.

Techniques chirurgicales : dissection d'un lambeau antébrachial à pédicule distal

Planification préopératoire

La plupart de ces lambeaux anté-brachiaux à pédicule distal sont réalisés dans le cadre de l'urgence pour assurer la couverture de vastes défects cutanés de la main. Dans ces circonstances, il n'y a aucune place pour une artériographie préopératoire visant à vérifier la perméabilité des deux axes artériels radial et cubital. La réalisation d'un test d'Allen est pour nous suffisante [1], complétée ou non par un examen à l'écho-Doppler. Une simple anesthésie locorégionale par bloc axillaire suffit pour le temps de prélèvement du lambeau, une anesthésie générale de quelques minutes étant réalisée en fin d'intervention pour prélever sur la cuisse la greffe dermoépidermique mince destinée à la couverture du site receveur. L'intervention débute par le dessin sur la peau de l'axe radial, depuis le pli du coude jusqu'à la gouttière du pouls. Le lambeau cutané est ensuite dessiné sur la peau en sachant que, pour de petits lambeaux, l'axe de l'artère radiale doit passer à l'union des deux tiers cubitaux et du tiers radial du territoire cutané. L'usage d'un « patron » découpé dans une compresse ou un gant chirurgical facilite ce temps de planification préopératoire. C'est à ce stade que l'on devra déterminer si la localisation du site receveur imposera ou non de recourir à l'artifice de décroisement décrit par Foucher [18].

Le temps de dissection proprement dit débute par le repérage au bord proximal du lambeau du pédicule artériel radial. L'artère et ses veines comitantes sont disséquées puis ligaturées séparément. Il est prudent à ce stade de solidariser l'artère radiale ainsi liée à la berge cutanée du lambeau. Le plan cutané est ensuite incisé jusqu'au fascia musculaire inclus, sur toute la circonférence de l'îlot cutané. Les éléments veineux superficiels rencontrés sont électivement ligaturés. Ces lambeaux cutanés à pédicule distal font rarement l'objet d'une resensibilisation par suture microchirurgicale au niveau du site receveur. Par conséquent, le nerf musculocutané est habituellement sectionné au point où il pénètre dans le territoire cutané du lambeau à son bord proximal. Il est habituel de procéder ensuite au soulèvement du bord cubital du lambeau en le soulevant progressivement du corps charnu des muscles sous-jacents. Ce soulèvement se poursuit jusqu'à rencontrer, en dehors, le bord externe du muscle fléchisseur commun superficiel. L'opérateur change alors souvent de côté pour procéder au temps de dissection de la moitié radiale du lambeau. De la même façon, l'îlot cutané est soulevé progressivement des corps charnus des muscles sous-jacents jusqu'à rencontrer le bord interne du muscle long supinateur. C'est lors de cette dissection de la moitié radiale du lambeau que la branche sensitive du radial risque d'être blessée. Il faut impérativement, pour éviter toutes lésions accidentelles, la repérer à son point d'émergence sous le tendon du muscle long supinateur.

Au terme de ces deux temps successifs de dissection, le lambeau cutané est encore fixé en profondeur par l'insertion osseuse du septum entre long supinateur et fléchisseur commun superficiel. Au sein de ce fin septum cheminent les vaisseaux à destinée cutanée ainsi que les branches musculaires.

Le dernier temps de la dissection va alors s'effectuer de proximal en distal, sectionnant ce fin septum au-dessous de l'artère radiale en réalisant l'hémostase élective pas à pas de toutes les branches à destinée musculaire. Il reste à compléter la dissection en libérant le pédicule radial, artère et veine comitantes jusqu'à la partie la plus distale de la gouttière du pouls. Un point de rotation situé à ce niveau permet au lambeau antébrachial à pédicule distal d'atteindre la face palmaire de la main ainsi que la face dorsale des métacarpiens et des métacarpophalangiennes. En revanche, la couverture de lésions plus distales situées au niveau des chaînes digitales, par exemple, impose de recouvrir à l'artifice de décroisement décrit par Foucher. Cet artifice consiste à poursuivre la dissection du pédicule vasculaire radial (artère et veine comitantes) jusqu'au sommet du premier espace intermétacarpien. Le lambeau et son pédicule sont alors passés sous les tendons des muscles long abducteur, court extenseur et long extenseur du pouce obtenant ainsi un gain de longueur d'environ 8 cm. Muni de ce point de rotation distal au sommet du premier espace interosseux, le « lambeau chinois » est capable d'atteindre la face palmaire ou dorsale des chaînes digitales. Ce temps de décroisement est délicat ; il impose l'ouverture de la coulisse fibreuse des premiers compartiments dorsaux, de manière à ménager un tunnel suffisamment large autorisant le passage de la raquette cutanée elle-même.

L'hémostase pas à pas des différentes branches à destinée osseuse pour le carpe doit être réalisée méticuleusement, au cours de ce temps de décroisement. Toute blessure accidentelle d'une veine comitante au cours de cette dissection compromettrait le retour veineux et imposerait de recourir à un temps complémentaire de rebranchement d'une veine superficielle pour assurer le retour veineux du lambeau.

Enfin, soulignons que si ce temps de décroisement augmente de manière substantielle la longueur utile du pédicule, il est absolument contre-indiqué lorsqu'il existe une contusion sévère de la première commissure. Dans ces conditions, même si l'artère radiale est encore en continuité, le réseau des veines profondes risque d'avoir souffert des effets de cette contusion.

Pour amener le lambeau cutané au niveau du site receveur, plusieurs attitudes sont possibles à l'égard du pédicule. Lorsque le site receveur est dorsal, nous pratiquons toujours une tunnellisation livrant passage au lambeau puis à son pédicule à la face dorsale de la main ou de la première commissure. Cette tunnellisation est facile à la face dorsale où la peau se décolle bien. On doit simplement veiller, au cours de la création du tunnel, à éviter toutes lésions d'une veine superficielle risquant d'entraîner un hématome susceptible de comprimer le pédicule du lambeau au sein du tunnel. En revanche, la tunnellisation au niveau de la paume de la main est un « exercice périlleux ». En effet, à ce niveau les téguments palmaires sont amarrés par de multiples cloisons fibreuses et la peau est inextensible. Dans ces conditions, la création d'un tunnel suffisamment vaste pour livrer passage au lambeau et à son pédicule est difficile sinon impossible. Lorsqu'il s'agit d'aller couvrir la face palmaire des chaînes digitales, nous préférons, dans ces circonstances, opter pour un pédicule long décroisé, et réaliser une tunnellisation à la face dorsale de la première commissure.

Quand la paume de la main est elle-même à couvrir, nous optons pour un lambeau à pédicule court, avec un point de rotation situé à l'extrémité distale de la gouttière du pouls. Une courte tunnellisation sous la peau palmaire de l'avant-bras suffit alors pour amener le lambeau *in situ* au niveau du site receveur. Foucher a souligné la possibilité de laisser « à l'air » le pédicule lorsqu'aucune tunnellisation n'était possible. Dans ce cas, au terme de 15 jours d'autonomisation, le pédicule est réséqué entre deux ligatures (figure 9.93c à h).

Traitement du site donneur

Les séquelles esthétiques au niveau du site donneur constituent l'un des inconvénients majeurs du « lambeau chinois », toute l'attention doit être accordée à ce temps de fermeture. Nous avons l'habitude de procéder en urgence à ce temps de couverture du site donneur, ayant recours à une courte anesthésie générale pour prélever sur la cuisse, une greffe dermoépidermique mince, d'un seul tenant. Au préalable, les dimensions du défect cutané à couvrir sont réduites en utilisant des fils provisoires tendus entre les berges radiale et cubitale de la perte de substance.

Ces fils sont noués sous une discrète tension, il ramène la perte de substance à ses dimensions initiales, éliminant les effets de la rétraction cutanée. Ils seront impérativement enlevés après positionnement définitif de la greffe. Celle-ci est positionnée à points séparés après vérification de l'hémostase. Nous avons l'habitude en post-opératoire d'immobiliser le poignet par une attelle plâtrée pour éviter tous mouvements intempestifs des tendons des muscles petit et grand palmaires. Cette simple mesure facilite la prise de la greffe mince au niveau du tiers distal du site donneur, niveau où cette greffe mince repose directement au contact du péritendon.

Variantes techniques

Depuis la première description de ce lambeau, de nombreuses variantes techniques ont été proposées. Pour la couverture de perte de substance de la main, seule l'utilisation de « lambeau chinois » à pédicule distal ou de « lambeau chinois » libre peut se concevoir. Les « lambeaux chinois » à pédicule proximal sont réservés à la couverture de perte de substance de la région du coude tandis que les lambeaux cutanés en dérivation sur un axe artériel radial intact ne trouvent d'indication que dans les pertes de substance de l'avant-bras.

Utilisation de lambeaux de fascia

Elle a été proposée par plusieurs auteurs [45, 19]. Le prélèvement du seul fascia permet de limiter les séquelles esthétiques au niveau du site donneur et de disposer d'un lambeau moins épais en particulier chez les patients obèses.

Utilisation du « lambeau chinois » sous forme de lambeau composite

La participation de l'artère radiale à la vascularisation musculaire, tendineuse et osseuse rend licite la dissection de lambeaux composites. L'utilisation d'un lambeau composite cutanéoosseux a été proposée par plusieurs auteurs, essentiellement dans le cadre de reconstruction ostéoplastique du pouce. En dehors de ce contexte, rares sont les circonstances imposant à la main l'usage d'un greffon osseux vascularisé. Nous préférons réaliser le prélèvement osseux à la partie distale du radius, emmenant un manchon de carré pronateur qui protège la branche artérielle à destinée osseuse [18].

D'autres auteurs ont préconisé des prélèvements plus proximaux à travers les fibres charnues d'insertion du long fléchisseur du pouce, ce second site donneur semble avoir l'inconvénient de fragiliser le radius au risque d'entraîner des fractures post-opératoires.

Utilisation du « lambeau chinois » pédiculé sous forme de lambeau composite cutanéotendineux

Cette utilisation est également possible. Des languettes tendineuses provenant du grand palmaire, du petit palmaire ou du long supinateur peuvent être ainsi incorporées au lambeau cutané. La planification préopératoire de ces lambeaux composites cutanéotendineux est difficile car il importe de définir avec précision la position respective du composant cutané et tendineux en fonction du site receveur.

En fait, dans la plupart des cas, nous préférons, dans les pertes de substance complexes du dos de la main, réaliser secondairement une reconstruction conventionnelle des tendons extenseurs par des greffes tendineuses. Couvertes par un revêtement cutané de qualité et bien vascularisé, ces greffes non vascularisées ont un pronostic fonctionnel habituellement favorable.

Utilisation du « lambeau chinois » à pédicule distal sous forme de lambeau porte-artère

Cette dernière variante technique mérite d'être mentionnée. Lorsqu'une perte de substance cutanée de la main est associée à des amputations polydigitales, la reconstruction ultérieure par transfert d'orteil peut être facilitée par un temps premier de couverture par un « lambeau chinois » jouant le rôle de porte-artère. Ultérieurement, le branchement d'un ou de plusieurs orteils sera facilité par la présence de l'axe artériel radial à proximité immédiate du site receveur. Le branchement des orteils pourra s'effectuer directement sans interposition de pontage par des sutures terminolatérales en dérivation sur l'axe artériel radial (figure 9.94).

Avantages et inconvénients du « lambeau chinois » à pédicule distal

Les avantages du « lambeau chinois » à pédicule distal sont nombreux. Il permet de réaliser en un seul temps opératoire, sous anesthésie locorégionale, la couverture de pertes de substance étendues de la main. Il peut se prêter au prélèvement de lambeaux composites cutanéotendineux,

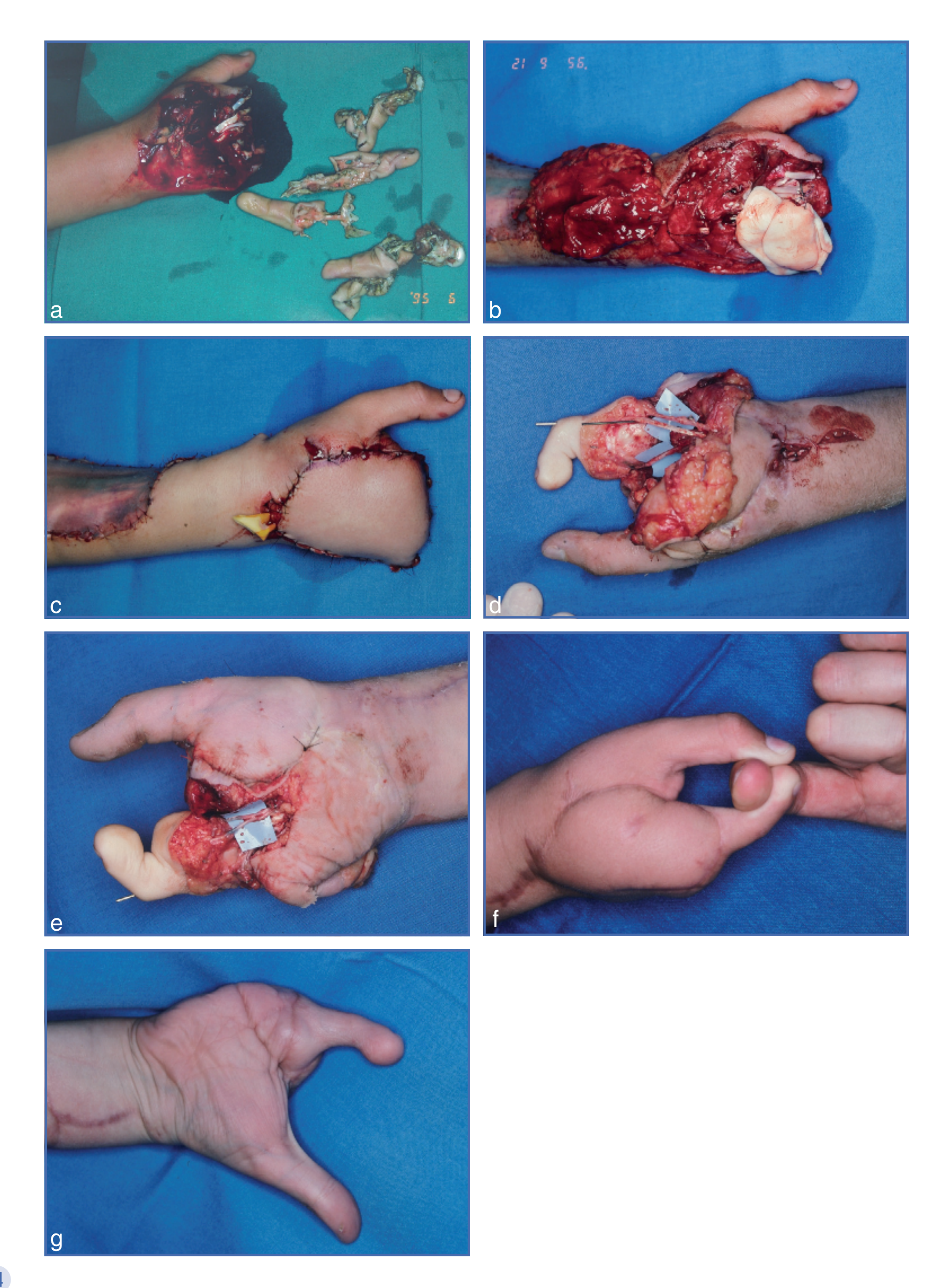


Figure 9.94

Utilisation du lambeau antébrachial pédiculé comme « porte-vaisseaux » en vue d'une reconstruction complexe microchirurgicale par transfert d'orteil.

a. Amputation de tous les doigts longs chez un patient de 14 ans, traumatisme dû à une tondeuse tractée.

b. Après parage, la couverture est assurée par un « lambeau chinois » en îlot à pédicule distal. Un spacer en ciment conserve l'espace de la palette métacarpienne et permet d'anticiper sur l'étape ultérieure de transfert d'orteil. Compte tenu de la brièveté du squelette métacarpien restant, ce transfert devra s'effectuer avec un fragment métatarsien. Il faut donc surdimensionner le lambeau cutané de manière à autoriser l'habillage du transfert.

c. Le lambeau chinois pédiculé comble la perte de substance en recouvrant le spacer en ciment.

d. L'orteil est resensibilisé par une suture en Y entre les deux nerfs collatéraux plantaires et le nerf digital de 3e espace.

e. La revascularisation artérielle du transplant d'orteil est assurée par une suture terminolatérale sur l'artère radiale du lambeau chinois (lambeau « porte-artère »).

f, g. Résultat obtenu avec une préhension puissante entre le pouce natif et le cinquième doigt reconstruit par transfert.

cutanéoosseux, permettant de régler en un seul temps opératoire, les problèmes posés par des pertes de substance complexes. Sa couleur l'adapte également aux couvertures de la main et, dans la majorité des cas, la finesse du revêtement apportée est satisfaisante. L'élasticité de la peau l'adapte parfaitement aux couvertures de la face dorsale de la main. En revanche, au même titre que tous les autres lambeaux cutanés, il s'agit d'une solution imparfaite pour la couverture des défects palmaires. En effet, au terme de la cicatrisation, un certain degré de mobilité du revêtement apporté persiste, la peau du lambeau restant séparée du plan aponévrotique sous-jacent par une charnière lâche de tissus sous-cutanés. Cette mobilité est parfois gênante occasionnant des phénomènes de dérapages permanents lors des prises digitopalmaires (figures 9.95 et 9.96).

La fiabilité de ce « lambeau chinois » est également l'un de ses avantages majeurs, la constance de son anatomie vasculaire en fait un lambeau dont la technique est aisément transmissible. Enfin, à la différence du lambeau pédiculé de Mac Gregor, il jouit d'une autonomie vasculaire qui lui confère probablement un rôle d'aide trophique au niveau du site receveur. Si les lésions associées l'autorisent, la mobilisation post-opératoire immédiate du poignet et des chaînes digitales est possible.

Les inconvénients de ce type de lambeau existent toutefois, qui ont fait, dans la pratique, réduire nos indications au bénéfice, comme nous le reverrons, du lambeau interosseux postérieur. Ces inconvénients sont principalement représentés par le sacrifice nécessaire de l'artère radiale d'une part et la rançon esthétique au niveau du site donneur d'autre part.

En ce qui concerne le sacrifice de l'artère radiale, nous n'avons jamais rencontré de complications ischémiques au niveau de la main et la sensibilité au froid dont se plaignent les patients en post-opératoires n'a rien de spécifique. Toutefois, de telles complications ischémiques sont rapportées dans la littérature [29].

Les séquelles esthétiques au niveau du site donneur représentent le second handicap notable propre à ce type de lambeau. Ces séquelles peuvent apparaître dérisoires par rapport au bénéfice obtenu au niveau du site receveur. Elles ont toutefois été suffisamment préoccupantes pour justifier dans notre série une correction secondaire de ses séquelles dans deux cas dans lesquels l'utilisation de prothèses d'expansion tissulaire a permis secondairement d'exciser totalement la zone greffée.

Lambeau antébrachial de l'artère cubitale

Un lambeau comparable au lambeau antébrachial mais vascularisé cette fois par l'artère cubitale a été proposé en 1984 par Lovie, Duncan et Glasson [35]. Le principe de ce lambeau est tout à fait similaire à celui du lambeau antébrachial dit « chinois » et il est ainsi possible de disséquer des lambeaux à pédicule distal vascularisés par l'artère cubitale, laquelle est alimentée *a contrario* à travers l'arcade palmaire superficielle.

Comme pour le « lambeau chinois », la vascularisation provient de fines branches à destinée cutanée, cheminant dans un septum musculaire, situé entre le cubital antérieur et les fléchisseurs des doigts. À l'inverse du lambeau antébrachial, dont nous avons fait un usage extensif, l'utilisation du lambeau antébrachial de l'artère cubitale est restée confidentielle dans notre pratique car nous avons toujours hésité à interrompre la continuité de l'artère cubitale, considérée comme un axe dominant de la main. L'usage de ce lambeau a cependant été développé par plusieurs auteurs dont Guimberteau [23, 24].

Anatomie

Au tiers moyen et inférieur de l'avant-bras, l'artère cubitale chemine dans une situation relativement superficielle entre le corps charnu des fléchisseurs superficiels en dehors et celui du cubital antérieur en dedans.

Dans ce trajet, l'artère cubitale donne naissance à une série de branches ascendantes à destinée cutanée, qui vascularisent la peau de la face antéro-interne de l'avant-bras. Guimberteau a étudié systématiquement les artères collatérales issues de l'artère cubitale au niveau des deux tiers distaux de l'avant-bras. Il a ainsi pu mettre en évidence des artères à destinée cutanée de naissance étagée, tous les 15 à 25 mm avec, de manière constante, au moins deux artérioles de bon calibre.

À côté de ces collatérales à destinée cutanée, existent des branches à destinée osseuse pour le cubitus, tendineuses et articulaires qui permettent d'envisager la réalisation de lambeaux composites. Sur le plan veineux, l'artère cubitale comme l'artère radiale est accompagnée d'un réseau de veines comitantes profondes qui sont capables d'assurer le retour veineux d'un lambeau *a contrario*, probablement au prix des mêmes modifications du régime local de pression.

Figure 9.95

Utilisation du lambeau antébrachial pédiculé.

a. Perte de substance dorsale complexe (peau + tendons) affectant tous les doigts longs : la lésion résulte d'une abrasion de la face dorsale de la main sur le bitume lors d'un accident de la voie publique (main de portière).

b. Résultat du parage.

c. Reconstruction secondaire des extenseurs par une greffe de fascia lata.

d. Résultat en extension active.

e. Résultat en flexion active, noter la minceur du revêtement apporté.

f. Résultat à 10 ans sur le site donneur.

Figure 9.96

Utilisation du lambeau antébrachial pédiculé pour la couverture de la paume de la main.
a, b. Avulsion du plan cutané palmaire. Seule l'unité fonctionnelle thénarienne pourra être préservée par le parage car encore vascularisée.
c, d. Dissection d'un lambeau antébrachial avec un point de rotation dans la gouttière du pouls.
e, f. Résultat : sur le plan esthétique, l'inconvénient, lié à la pilosité, est visible. Sur le plan fonctionnel, ce type de couverture du plan palmaire de la main a l'inconvénient de son « instabilité » avec des phénomènes de dérapage lors des prises digitopalmaires.

Techniques chirurgicales

Comme pour un « lambeau chinois », il faut réaliser un test d'Allen et/ou un examen au doppler avant de débuter la dissection, pour s'assurer de la parfaite perméabilité de l'axe radial et vérifier que celui-ci suffit à la vascularisation de la main (figure 9.97).

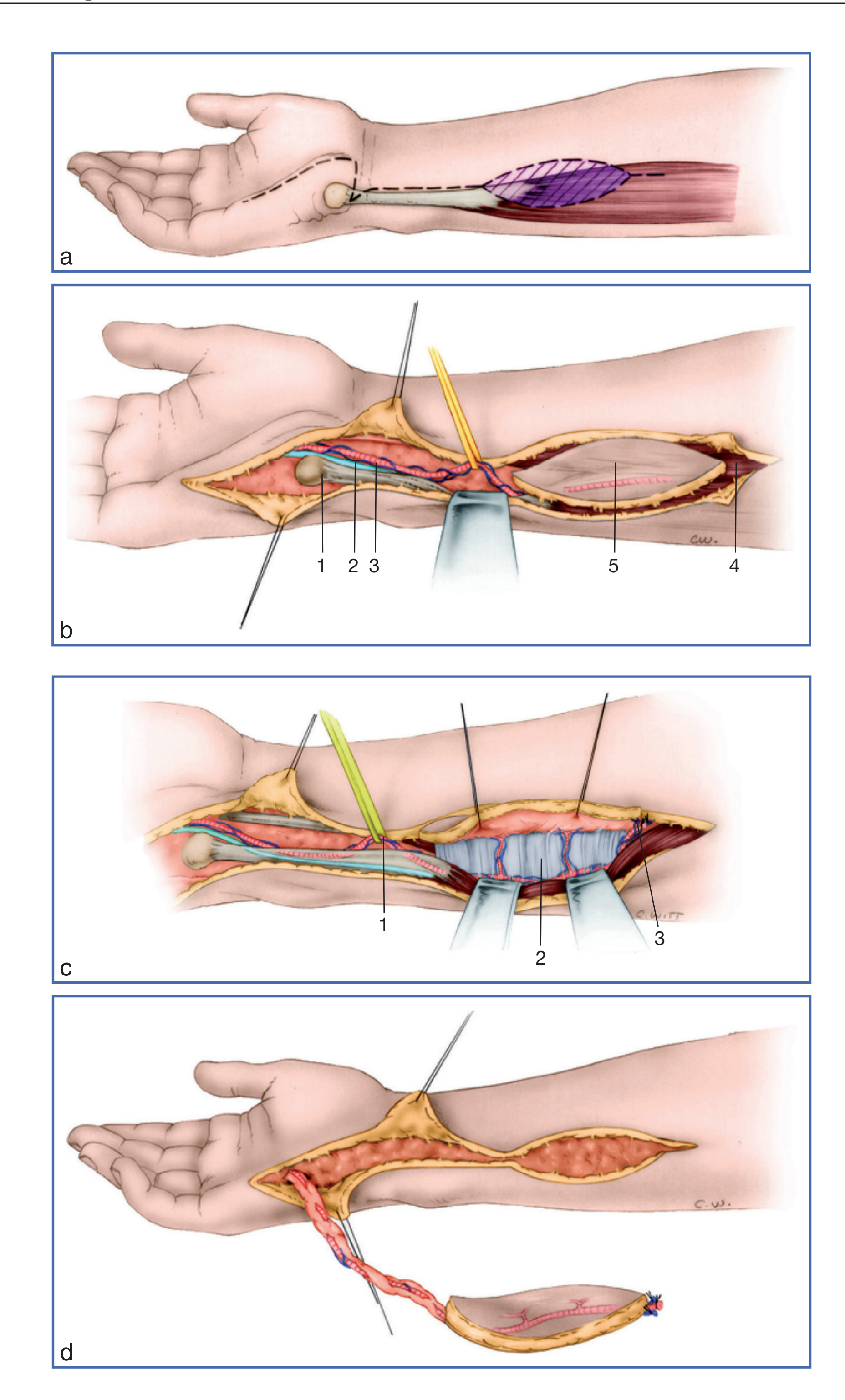


Figure 9.97

Utilisation du lambeau antébrachial cubital à pédicule distal.

a. Planification du lambeau.

b. Repérage des éléments pédiculaires. 1. Tendon du cubital antérieur. 2. Nerf cubital. 3. Pédicule cubital (artère et ses veines comitantes). 4. Corps charnu du muscle cubital antérieur. 5. Îlot cutané.

c. Exposition des branches à destinée cutanée. 1. Pédicule cubital (sur lac). 2. Feuillet aponévrotique, support des branches ascendantes à destinée cutanée. 3. Pédicule cubital (lié et solidarisé à l'angle proximal de l'îlot cutané).

d. Le lambeau au terme de la dissection et son point pivot distal dans la paume. Le lambeau est alimenté *a contrario* par l'arcade palmaire superficielle.

Planification préopératoire

La raquette cutanée est positionnée de telle sorte qu'elle soit centrée sur le pédicule cubital, le repère anatomique étant constitué par l'axe du tendon du cubital antérieur. Cette raquette peut être positionnée théoriquement sur toute l'étendue de l'avant-bras. Toutefois, la réalisation d'un lambeau de petite taille localisé au tiers supérieur de l'avant-bras est aléatoire car, à ce niveau, l'artère cubitale est en profondeur à distance du revêtement cutané et les connexions vasculaires entre cette artère et la peau sont difficiles à individualiser. Mieux vaut, lorsque l'on a besoin d'un grand arc de rotation, avoir recours à une dissection prolongée dans la paume de l'axe cubital.

Dissection proprement dite

Elle débute par le repérage au bord proximal du lambeau de l'axe artériel cubital. Cet axe artériel et ses deux veines comitantes sont ligaturés électivement. Le pédicule est alors sectionné au bord proximal du lambeau et solidarisé par un point temporaire à ce bord proximal pour éviter tout mouvement de traction intempestif. Dans un second temps, l'axe artériel cubital et ses veines comitantes sont repérés par une incision qui est menée de l'angle distal du lambeau jusqu'à l'entrée du canal de Guyon. Cette incision est longitudinale suivant l'axe du tendon cubital antérieur. Par cette incision, l'artère cubitale et ses veines comitantes sont disséquées, le temps de séparation entre l'artère cubitale et le nerf cubital est délicat ménageant au mieux la vascularisation de ce dernier. Ce temps de dissection pédiculaire comporte la ligature étagée de toutes les branches à destinée nerveuse, tendineuse ou osseuse. La dissection de l'îlot cutané s'effectue en soulevant alternativement le bord médial puis le bord latéral du lambeau. L'incision du bord médial du lambeau mène sur l'aponévrose du muscle cubital antérieur qui est sectionnée. C'est à ce stade que sont individualisables les fins rameaux à destinée cutanée issus de l'artère cubitale. À ce stade, la dissection se poursuit en sous-aponévrotique plongeant dans l'interstice entre corps charnus du fléchisseur commun superficiel et cubital antérieur. Entre ces deux corps charnus, l'artère cubitale et le nerf cubital sont individualisés, le plan de dissection passant entre artère et nerf.

L'isolement de l'îlot cutané se termine par le soulèvement du bord médial qui s'effectue selon une technique similaire. Là encore, la dissection est menée dans un plan sous-aponévrotique jusqu'à rejoindre le bord médial de l'artère cubitale. Le lambeau peut à ce stade être totalement isolé en îlot sur son pédicule vasculaire. La dissection du pédicule cubital en distal peut être prolongée au-delà du canal de Guyon dans la paume augmentant d'autant la longueur utile du pédicule. La fermeture du site donneur s'effectue soit par suture primaire lorsqu'il s'agit d'un lambeau de petite taille, soit par greffe cutanée.

Dans la mesure où le trajet du pédicule se situe au terme de la rotation dans la paume de la main le plus souvent, aucune tunnellisation n'est réalisée, le pédicule étant transféré à « ciel ouvert ».

Variantes du lambeau cubital

L'existence de nombreuses branches artérielles collatérales issues de l'artère cubitale pour les structures musculaires, tendineuses, osseuses avoisinantes autorise la réalisation de lambeaux composites. On peut ainsi prélever en continuité avec le territoire cutané, une baguette osseuse proximale prélevée sur le cubitus, une languette de tendon prélevée aux dépens du cubital antérieur.

L'utilisation de ce site donneur pour la réalisation de lambeaux libres est théoriquement possible, le retour veineux devant être assuré par l'une des veines superficielles de l'avant-bras.

Avantages et inconvénients du lambeau cubital

Avantages

La fiabilité de ce lambeau est la même que celle du « lambeau chinois », Guimberteau ne rapportant aucun cas de nécrose sur les 83 cas cliniques réalisés.

Il s'agit d'un lambeau réalisable sous anesthésie locorégionale, en un seul temps opératoire et dont la technique de dissection est relativement simple. La longueur utile du pédicule, lorsque la dissection est menée jusqu'à l'arcade palmaire superficielle, est telle que ce lambeau dispose d'un très large arc de rotation. Tous les sites receveurs potentiels tant dorsaux que palmaires lui sont accessibles. Par ailleurs, le revêtement apporté est de bonne qualité, la peau de la face interne de l'avant-bras est fine souvent dépourvue de pilosité inesthétique. La rançon cicatricielle est similaire à celle d'un « lambeau chinois » lorsque le site donneur a été greffé. Cette cicatrice se situe cependant dans une zone moins exposée aux regards.

Inconvénients

L'inconvénient majeur est bien sûr le sacrifice nécessaire de l'artère cubitale considérée comme un axe dominant de la main. Cet inconvénient nous a fait rejeter formellement l'usage de ce lambeau comme premier choix, lorsqu'une solution de morbidité moindre est disponible. Cette attitude n'est pas modifiée en dépit de la possibilité théorique de reconstruire l'axe cubital au cours du même temps

opératoire par l'interposition d'un long greffon veineux. En revanche, l'usage de ce lambeau cubital devient envisageable en chirurgie secondaire, sous forme d'un lambeau libre, lorsque l'axe cubital est thrombosé ou interrompu à hauteur du poignet.

Lambeau pédiculé cubitodorsal

À la différence du lambeau précédent, ce lambeau cubitodorsal n'interrompt pas la continuité de l'axe vasculaire cubital. Proposée par Becker [3], sa vascularisation dépend des branches distales de l'artère cubitale (figure 9.98).

Anatomie

La vascularisation de ce lambeau est tributaire de l'artère cubitodorsale, branche distale de l'artère cubitale. Ce rameau artériel naît de l'artère cubitale elle-même à une distance variant entre 2 et 5 cm du pisiforme. Lors d'une étude menée sur cent avant-bras de cadavre, cette artère a été notée dans 99 % des cas. À partir de son émergence sur l'artère cubitale, cette artère chemine transversalement sous le muscle cubital antérieur. Ce trajet du tronc artériel principal est très court (entre 3 et 7 cm), l'artère se divisant très rapidement en ses trois branches terminales à destinée osseuse, musculaire et cutanée.

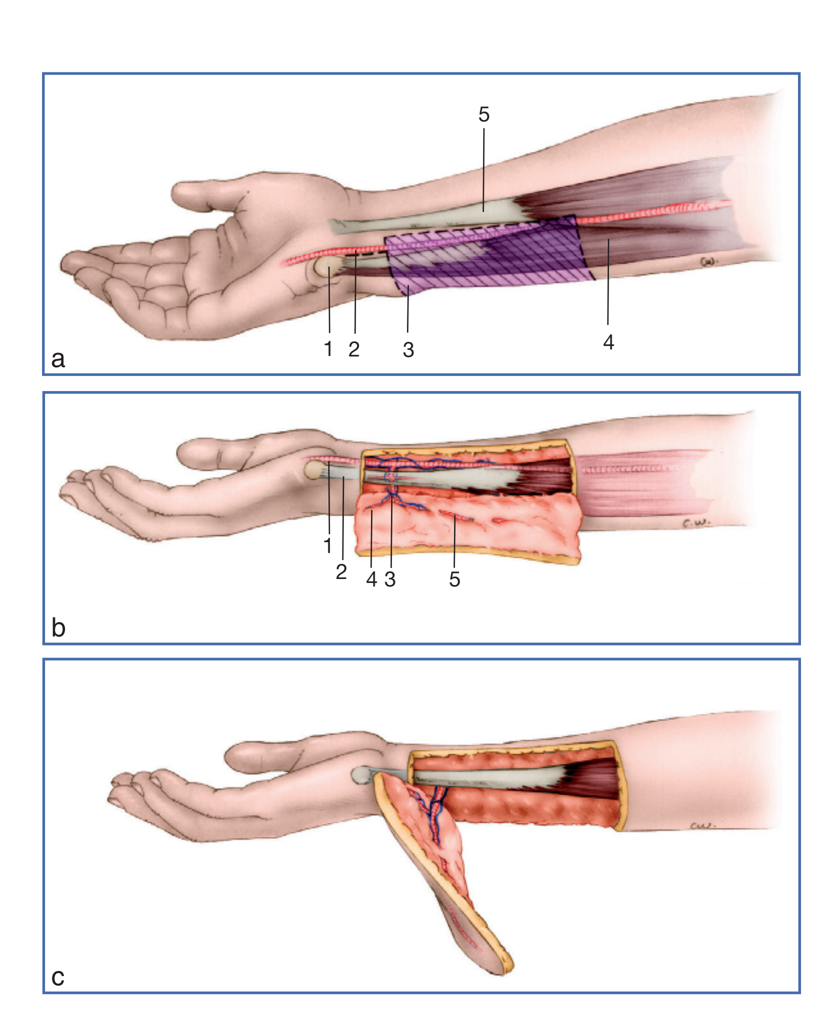


Figure 9.98

Lambeau cubitodorsal.

a. Planification du lambeau. 1. Pisiforme. 2. Artère cubitale. 3. Limite du prélèvement cutané. 4. Corps charnu du muscle cubital antérieur. 5. Muscle petit palmaire.

b. Soulèvement du bord radial du lambeau et repérage des éléments pédiculaires. 1. Pédicule cubital. 2. Tendon du cubital antérieur. 3. Artère cubitodorsale. 4. Branche terminale descendante. 5. Branche terminale ascendante (artère du lambeau).

c. Rotation au terme de la dissection pédiculaire.

La branche à destinée osseuse vascularise essentiellement le pisiforme; la branche à destinée musculaire, à trajet ascendant, vascularise la partie distale du cubital antérieur; la branche à destinée cutanée qui vascularisera le lambeau se divise elle-même en deux branches : la branche descendante est destinée à la vascularisation du versant cubital et dorsal de la main, correspondant au territoire cutané dorsal, situé en regard des quatrième et cinquième métacarpiens. La branche ascendante se dirige selon un trajet superficiel vers l'épitrochlée, cheminant dans l'incision située entre l'axe cubital et la face postérieure du corps charnu du cubital antérieur.

Le territoire cutané, tributaire de cette branche cutanée ascendante, s'étend en largeur sur 5 à 10 cm. Ce territoire cutané correspond au bord interne, cubital de l'avant-bras.

Selon Becker, les limites latérales du prélèvement sont représentées à la face dorsale par le tendon extenseur du quatrième doigt et à la face palmaire, par le tendon du petit palmaire. Selon ce même auteur, la longueur maximale prélevable se situe entre 10 et 15 cm.

Techniques chirurgicales

Planification du lambeau : dissection d'un lambeau péninsulaire

Il s'agit de la variante techniquement la plus aisée de ce lambeau, où une charnière cutanée est préservée au bord distal du lambeau, à hauteur du pli de flexion palmaire du poignet. Le lambeau est tracé sur la peau, ses limites latérales sont fixées en fonction du défect à couvrir et en tenant compte des limites latérales et médiales du prélèvement tel qu'elles viennent d'être définies.

La longueur du lambeau est fixée en se souvenant que le point de rotation effectif se situera non pas au niveau de la charnière cutanée distale mais en un point de 2 à 4 cm plus proximal correspondant au point d'émergence de l'artère cubitodorsale sous le tendon du cubital antérieur.

Les berges du lambeau sont alors incisées jusqu'au tissu sous-cutané inclus. Il n'est pas nécessaire d'inclure l'aponévrose du cubital antérieur; la dissection progresse alors de proximal en distal. Cette dissection devient alors méticuleuse lorsque l'on approche du site théorique d'émergence de l'artère cubitodorsale. Il faut impérativement repérer le pédicule en réclinant le corps charnu du muscle cubital antérieur. L'émergence de l'artère cubitodorsale devient alors visible à la face profonde de ce muscle et permet de compléter la dissection.

Dissection d'un lambeau en îlot cubitodorsal

La version précédente, péninsulaire du lambeau cubitodorsal, a l'inconvénient de conserver une charnière de peau distale. Après retournement du lambeau de 180° pour l'amener au niveau du site receveur, cette charnière occasionne souvent une plicature inesthétique. On peut pallier à cet inconvénient en disséquant un lambeau en îlot vrai. Dans ce cas, le premier temps opératoire consiste à repérer l'émergence de l'artère cubitodorsal.

Ce repérage s'effectue par une incision longitudinale située en regard de l'axe cubital et débutant à 2 cm du pisiforme.

En réclinant le tendon du muscle cubital antérieur, on cherche alors à individualiser l'émergence de l'artère cubitodorsale. Si nécessaire, cette incision sera prolongée en proximal, jusqu'à individualiser l'émergence de l'artère. Une fois ce point d'émergence localisé, fixant le niveau du point de rotation du lambeau, les limites du prélèvement cutané peuvent être dessinées sur la peau. Le prélèvement de l'îlot cutané s'effectue alors comme précédemment, de proximal en distal, sans inclure l'aponévrose du cubital antérieur. Au terme de la dissection, le lambeau est pédiculisé sur la courte artère cubitodorsale. L'absence de charnière cutanée facilite le temps de rotation du lambeau et élimine toute plicature disgracieuse au point de rotation.

Variante technique du lambeau cubitodorsal

Un lambeau de tissu cellulaire sous-cutané, peut être prélevé selon des principes similaires. Le lambeau est soulevé de proximal en distal; il est prudent lorsque l'on approche de la charnière du lambeau, d'inclure l'aponévrose du cubital antérieur. De la même façon, il est possible de réaliser un lambeau cubitodorsal purement aponévrotique en emmenant l'aponévrose du cubital antérieur.

L'usage de ces lambeaux cellulograisseux et/ou aponévrotique a été proposé pour la couverture des pertes de substance palmaire du poignet lorsqu'il s'agit de protéger les tendons fléchisseurs ou le nerf médian.

L'usage du lambeau cubitodorsal est possible en lambeau libre. La petite taille de l'artère cubitodorsale elle-même se prête mal à la réalisation de microanastomoses, aussi a-t-on proposé de prélever un court segment de l'artère cubitale afin de faciliter le temps d'anastomose microchirurgicale. Cette artère cubitale est ensuite réparée par une simple suture terminoterminale, en général possible en raison du trajet flexueux de l'artère cubitale dans ses derniers centimètres au niveau du poignet.

Avantages et inconvénients du lambeau cubital

Ce lambeau, comme le lambeau interosseux postérieur, a l'énorme avantage de ne sacrifier aucun axe vasculaire majeur. Sa technique de dissection est relativement simple et il fournit un matériel de couverture fin et modérément pileux.

Ses principaux inconvénients tiennent à la brièveté du pédicule qui limite son arc de rotation. Si ce lambeau est

capable de venir couvrir le dos et la paume de la main, ainsi que la première commissure, en revanche, il est incapable de dépasser le niveau des métacarpophalangiennes. Toutes les pertes de substance des chaînes digitales lui sont donc inaccessibles. Par ailleurs, dans sa forme péninsulaire qui conserve une charnière cutanée distale, ce lambeau laisse à terme une zone charnière plicaturée sur le bord cubital de la main qui est inesthétique.

Enfin, soulignons que la topographie du prélèvement est telle qu'il est difficile d'adapter ce lambeau cubital aux unités fonctionnelles cutanées de la main.

Lambeau interosseux postérieur

Décrit par Zancolli et Angrigiani [59] puis de Masquelet et Penteado [40], ce lambeau interosseux postérieur est utilisé dans les pertes de substance de la main dans sa forme à pédicule distal. Vascularisé *a contrario* par l'artère interosseuse postérieure, ce lambeau a l'énorme avantage de n'interrompre aucun axe vasculaire majeur. Il est ainsi devenu notre premier choix, supplantant le « lambeau chinois », pour toutes les pertes de substance qui lui sont accessibles, compte tenu de son arc de rotation.

Anatomie

L'artère interosseuse postérieure est une branche du tronc des interosseuses qui émerge dans la loge postérieure de l'avant-bras, avec la branche postérieure du nerf radial à la partie inférieure du court supinateur. Son trajet peut être représenté à l'avant-bras par une ligne réunissant l'articulation radiofubitale inférieure à l'épicondyle. L'artère interosseuse postérieure pénètre dans la loge postérieure de l'avant-bras en un point situé à l'union des deux tiers distaux et du tiers proximal de cette ligne.

Après être passée sous l'arcade fibreuse d'insertion des muscles extenseurs communs des doigts, l'artère chemine au sein d'un septum intermusculaire séparant l'extenseur propre du cinquième doigt en dehors, du cubital postérieur en dedans.

Au tiers distal de l'avant-bras, l'artère chemine plaquée contre le périoste du cubitus.

Branche collatérale

Dans la partie proximale de son trajet, l'artère interosseuse postérieure donne des branches collatérales à destinée musculaire pour les muscles longs abducteurs et long extenseur du pouce, ainsi que pour l'extenseur propre de l'index. Les branches à destinée cutanée, issues de l'artère interosseuse postérieure, vascularisent la région postéro-externe de l'avant-bras. Ces branches naissent de manière étagée de l'artère interosseuse postérieure et cheminent dans le septum musculaire avant de se perdre dans le revêtement cutané de la face postéro-externe de l'avant-bras. La systématisation de la disposition de ces artères perforantes semble difficile en dépit de nombreuses études anatomiques existantes. La première de ces perforantes (la plus proximale) est la branche cutanée externe de l'artère interosseuse postérieure mentionnée par Salmon. Cette artériole est issue de l'artère interosseuse postérieure en un point situé près de l'émergence de l'artère.

Rapport de l'artère interosseuse postérieure et du nerf interosseux postérieur

Les rapports entre artère et nerf interosseux postérieurs sont à l'origine des principales difficultés de dissection de ce lambeau. Ces difficultés n'existent néanmoins qu'au tiers proximal, à proximité de l'émergence de l'artère. C'est en effet à ce niveau que le nerf interosseux postérieur émet en général un fascicule moteur destiné au cubital postérieur. À ce niveau, en effet, ce fascicule moteur issu du nerf interosseux postérieur, passe superficiellement relativement à l'artère et aucun décroisement n'est possible. Ces difficultés de dissection inhérentes au rapport entre artère et nerf interosseux postérieurs nous ont conduits à modifier la technique de prélèvement pour n'inclure dans le pédicule que les perforantes les plus distales pénétrant dans la raquette cutanée.

La ligature de l'artère interosseuse postérieure, après l'émergence de ces perforantes pénétrant dans l'îlot cutané à proximité de son angle distal, simplifie considérablement la dissection, en éliminant ce temps délicat et fastidieux de séparation nerf-artère. Ceci n'est toutefois possible que si ces perforantes distales existent.

Territoire cutané

Le territoire cutané de l'artère interosseuse postérieure comprend pratiquement toute la peau postérieure de l'avant-bras entre des limites représentées en dehors par le radius et en dedans par la crête du cubitus. En proximal, il est possible d'étendre la limite du prélèvement jusqu'à 2 à 3 cm du pli du coude. Soulignons toutefois qu'il est impossible de tracer un petit lambeau à proximité du pli du coude puisque la plus proximale des perforantes cutanées (artère de Salmon) émerge à l'union des deux tiers distaux et du tiers proximal. En revanche, des lambeaux de grandes tailles peuvent sans risque s'approcher de cette limite proximale du prélèvement.

Anastomoses distales

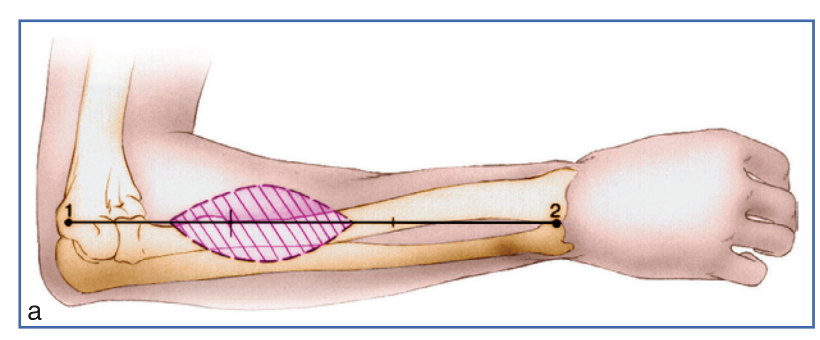
La viabilité du lambeau interosseux postérieur dans sa variante à pédicule distal repose sur l'existence d'anastomoses vasculaires à hauteur du poignet. Ces anastomoses s'effectuent entre l'artère interosseuse postérieure et son homologue antérieure, d'une part, avec les arcades dorsales

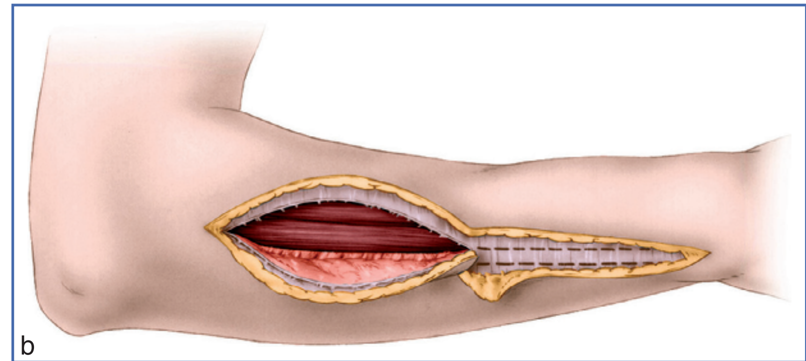
du poignet, d'autre part. Toutefois, la plupart des études anatomiques établissent que, dans un petit pourcentage de cas (7 %), l'artère interosseuse postérieure s'épuise au quart distal de l'avant-bras sans avoir contracté aucune anastomose.

Dans notre expérience, il est possible, après l'avoir repérée, de sectionner la première des anastomoses rencontrée avec l'artère interosseuse antérieure pour accroître la longueur utile du pédicule sans menacer la vitalité du lambeau.

Techniques chirurgicales

Ce lambeau interosseux postérieur peut être prélevé sous anesthésie locorégionale et garrot pneumatique brachial. Il est recommandé de ne pas procéder à une exsanguination du membre par bandes d'Esmach afin de faciliter le repérage de l'artère interosseuse postérieure et de ses branches perforantes à destinée cutanée (figure 9.99).





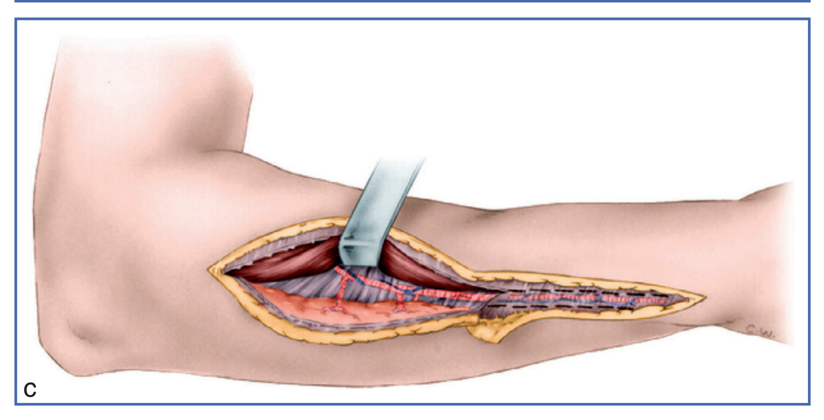


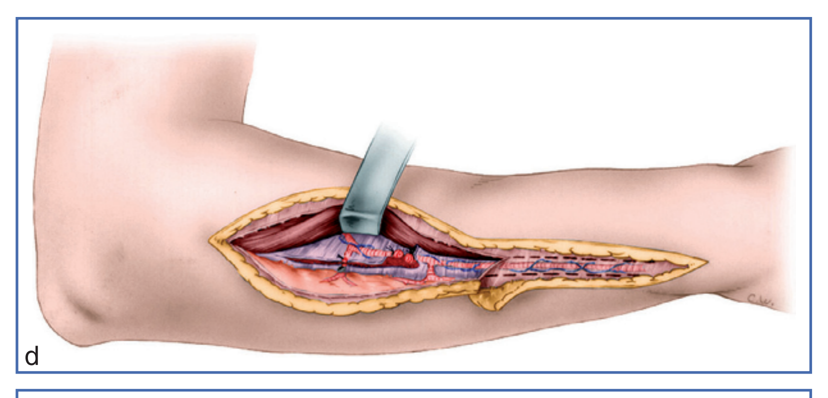
Figure 9.99

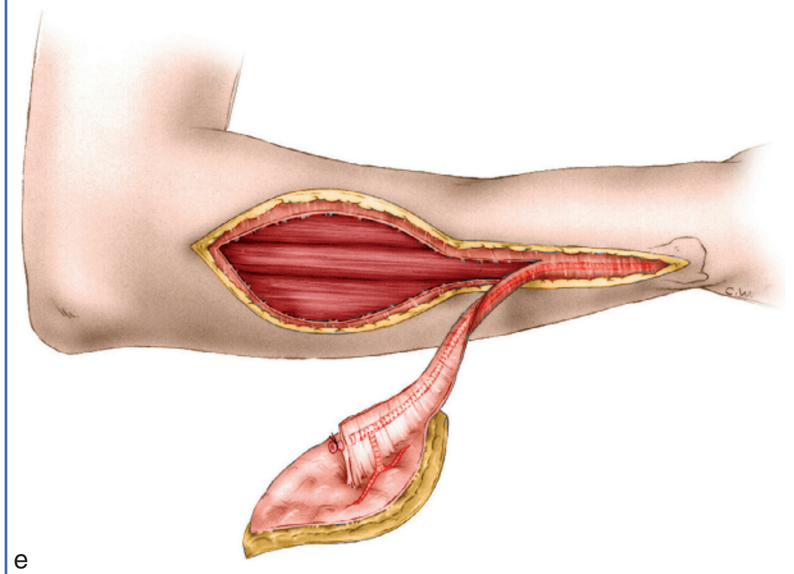
Lambeau interosseux postérieur.

a. Tracé du lambeau. La ligne repère de l'axe du lambeau est tracée entre l'épicondyle (1) et la radiofubitale inférieure (2). Le point d'émergence de l'artère interosseuse postérieure dans la loge postérieure se situe à l'union du tiers proximal et des deux tiers distaux.

b. Levée du lambeau, débutant par son bord radial. La double incision aponévrotique sur le trajet pédiculaire encadre le septum entre tendon du cubital postérieur et tendon extenseur propre du « V », le bord radial du lambeau est soulevé en premier.

c. Le corps charnu de l'extenseur propre du 5e doigt est récliné, exposant le pédicule et permettant l'inventaire de la disposition des perforantes.





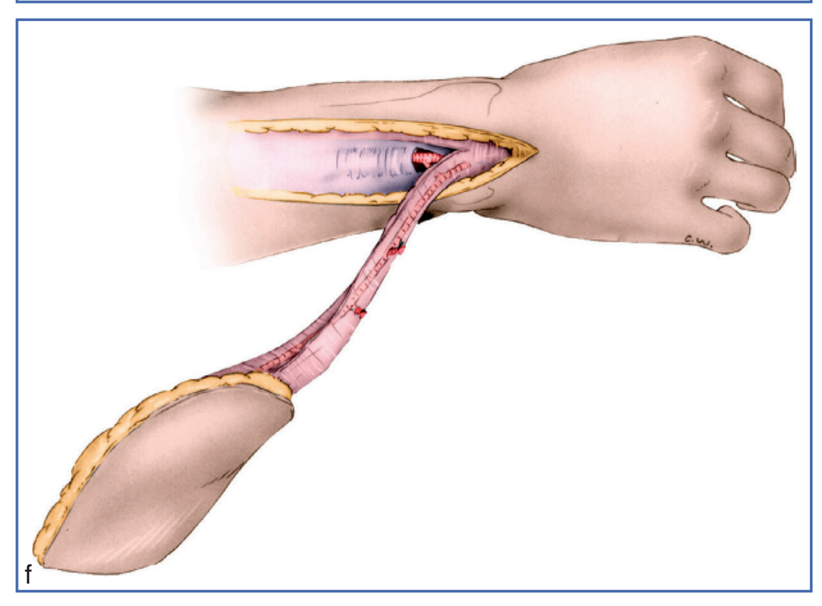


Figure 9.99

Suite.

d. Ligature de l'artère interosseuse postérieure immédiatement proximale à la perforante choisie pour vasculariser l'îlot cutané.
e. Dissection progressive du pédicule, de proximal en distal, ligature des branches à destinée musculaire et cutanée.
f. Exposition de l'anastomose en T avec l'artère interosseuse antérieure.

Planification du lambeau

La ligne joignant l'articulation radiofubitale inférieure et l'épicondyle est tracée sur la peau de l'avant-bras en pronation, coude fléchi. Le point d'émergence de l'artère interosseuse postérieure et de la plus proximale des perforantes cutanées est tracé à l'union du tiers proximal et des deux tiers distaux de cette ligne. Les limites du lambeau cutané sont alors à leur tour tracées sur la peau en se souvenant que si un lambeau de petite taille doit être utilisé, celui-ci ne doit pas être centré par ce point d'émergence à l'union, tiers moyen, tiers proximal mais, au contraire, décalé en distal le long de la ligne repère. Ce faisant, on augmente les chances d'inclure plusieurs perforantes à destinée cutanée dans le territoire du lambeau (figure 9.99a).

Repérage des anastomoses distales

L'absence de ces anastomoses distales dans un faible pourcentage de cas nous a conduit à les rechercher d'emblée. Les derniers centimètres de la ligne marquant l'axe du lambeau sont donc incisés et l'interstice entre le tendon cubital postérieur et extenseur du cinquième doigt est disséqué pour visualiser le pédicule interosseux postérieur.

Dans notre expérience, la seule présence d'un pédicule visible à ce niveau garantie l'existence d'anastomoses distales sans qu'il soit nécessaire de les rechercher spécifiquement. En effet, en l'absence de ces anastomoses distales, l'artère interosseuse postérieure s'épuise au tiers distal de l'avant-bras et n'est plus discernable à hauteur du poignet.

Dissection proprement dite

L'incision débute sur le bord radial de l'îlot cutané. La peau, le tissu cellulaire sous-cutané et l'aponévrose recouvrant l'extenseur commun des doigts sont incisés. Cette aponévrose est solidarisée à la berge cutanée par quelques points de fils résorbables pour éviter toute traction intempestive (figure 9.99b).

La dissection se poursuit, soulevant la face profonde du lambeau, du corps charnu de l'extenseur propre du cinquième doigt. En poursuivant la dissection en profondeur et après avoir récliné le corps charnu de l'extenseur propre du 5, il est possible de visualiser le pédicule. C'est à ce stade que l'inventaire de la disposition des perforantes est réalisé. Il arrive qu'une volumineuse perforante se situe 1 à 2 cm au-delà de l'angle distal de l'îlot cutané, tel qu'il a été tracé sur la peau. Nous n'hésitons pas alors, pour faciliter la dissection et accroître la sécurité vasculaire du lambeau, à décaler cet angle proximal d'une longueur équivalente pour inclure cette perforante. Au prix de cet artifice, il sera souvent possible de simplifier la dissection et en particulier le temps de séparation entre artère et nerf interosseux postérieurs en ligaturant l'axe artériel interosseux postérieur et ses veines comitantes immédiatement après l'émergence des perforantes distales (figure 9.99d).

Une fois repérée la disposition des perforantes et modifié en conséquence si nécessaire, le tracé théorique de l'îlot cutané, l'incision est poursuivie le long de la ligne repère puis sur le versant cubital du lambeau. La ligature de l'artère interosseuse postérieure intervient à ce stade. Cette ligature s'effectue immédiatement en proximal à l'émergence d'une perforante cutanée de qualité. La libération du lambeau va se poursuivre de proximal en distal, ligaturant au passage électivement toutes les perforantes à destinée musculaire (figure 9.99e).

Au tiers distal de l'avant-bras, le pédicule chemine dans un tunnel ostéofibreux plaqué contre le périoste du cubitus. À ce niveau, la libération du septum s'effectuera au bistouri en gardant le contact osseux. Lorsqu'une veine longitudinale, de disposition superficielle est rencontrée dans le tiers distal de la dissection pédiculaire, elle est emportée avec le pédicule pouvant peut-être en dépit de l'existence de valvules, jouer un rôle dans le retour veineux.

Lorsque l'on approche du point de pivot, à l'extrémité distale de la dissection pédiculaire, l'anastomose en T avec l'artère interosseuse antérieure est parfois visible.

À plusieurs reprises, nous avons jugé possible de supprimer cette première anastomose en la sectionnant entre deux ligatures pour accroître la longueur utile du pédicule. Il semble sage, toutefois, d'effectuer cette section après un essai de clampage grâce à un clamp microchirurgicalplacé électivement sur la branche verticale du T anastomotique.

Tunnellisation et agencement du lambeau *in situ*

Ce lambeau interosseux postérieur étant destiné avant tout aux pertes de substance dorsale et commissurale, la tunnellisation s'effectue à la face dorsale. À la différence d'autres auteurs, nous avons toujours jugé cette tunnellisation possible. Pour offrir le maximum de sécurité, cette tunnellisation doit être large et l'hémostase à l'intérieur même du tunnel doit être vérifiée pour éviter tout risque d'hématome compressif. Enfin, au terme de l'agencement *in situ*, le poignet est fixé en extension par une attelle plâtrée maintenue pendant les dix premiers jours post-opératoires.

Variantes techniques

L'utilisation d'un lambeau interosseux postérieur à pédicule direct est possible et adapté aux pertes de substance du coude.

Lambeaux aponévrotiques

L'utilisation d'un lambeau interosseux postérieur, n'emmenant que l'aponévrose et le tissu cellulaire sous-cutané, est possible. Cet artifice ne semble avoir toutefois que peu d'applications

pratiques : en effet, la greffe de peau, qui est placée au terme du prélèvement d'un lambeau cutané directement sur les corps charnus des extenseurs, s'intègre relativement bien et laisse des séquelles esthétiques tout à fait tolérables.

Lambeaux composites ostéomyocutanés

Comme le « lambeau chinois », le lambeau interosseux postérieur peut être utilisé pour les reconstructions ostéoplastiques du pouce sous forme d'un lambeau ostéomyocutané. Dans ce cas, la vascularisation du composant osseux de ce lambeau s'effectuera par l'intermédiaire d'insertions musculaires car l'artère interosseuse postérieure participe peu directement à la vascularisation périostée du cubitus. Une baguette osseuse est ainsi prélevée sur le cubitus en contiguïté avec une *cuff* musculaire correspondant à l'insertion du muscle long extenseur du pouce.

Avantages et inconvénients de ce lambeau

L'avantage principal du lambeau interosseux postérieur tient au fait qu'il ne sacrifie aucun axe vasculaire principal de l'avant-bras. Le revêtement apporté est fin, de pilosité acceptable et les séquelles esthétiques au niveau du site donneur sont modestes. En effet, lorsque la fermeture primaire de ce site donneur n'est pas possible, la greffe dermoépidermique mince qui repose sur un sous-sol musculaire s'intègre habituellement remarquablement bien. Son utilisation sous forme de lambeau composite est un avantage mineur car les indications se trouvent en pratique limitées aux rares cas de reconstructions ostéoplastiques du pouce (figure 9.100).

En ce qui concerne les dimensions maximales de prélèvement qu'autorise ce site donneur, notre plus grand lambeau atteignait 13 cm de long sur 9 cm de large.

Figure 9.100

Utilisation du lambeau interosseux postérieur pour une perte de substance dorsale (unité fonctionnelle du pouce dorsal).
a, b. Perte de substance du pouce dorsal et de la première commissure, l'articulation métacarpophalangienne du pouce est ouverte et exposée.
c. Planification d'un lambeau IOP (9 × 6 cm).
d. e. Le lambeau *in situ*.
f, g. Résultat final. L'articulation métacarpophalangienne du pouce a été arthrodésée. L'amputation en P1 de l'index est le fruit d'un traumatisme antérieur.

Paradoxalement, il semble que la fiabilité de ces grands lambeaux interosseux postérieurs soit excellente, d'une part parce qu'il est facile, lors du temps de dissection vasculaire, d'inclure plusieurs perforantes à destinée cutanée, d'autre part parce que ces lambeaux de grande taille semblent épargnés pour l'hyperhémie ou l'œdème post-opératoire. La dissection de ce lambeau est exigeante et doit s'effectuer en s'aidant de moyens grossissants. Les points de détails techniques que nous avons mentionnés doivent être respectés (repérage des perforantes, vérification des anastomoses distales).

Sur une série de 23 cas récemment revus, nous déplorons deux échecs, l'un dû à une faute technique lors de la dissection des perforantes à destinée cutanée, l'autre d'origine veineuse par congestion post-opératoire. Enfin, nous avons à deux reprises changé d'option de couverture après avoir débuté la dissection d'un lambeau interosseux postérieur : dans ces deux cas, la disposition des perforantes était très défavorable avec une perforante de calibre satisfaisant unique, de siège très proximal dont la dissection semblait impossible compte tenu des rapports de contiguïté entre l'artère et le nerf interosseux postérieurs.

Lambeaux libres destinés à la couverture des pertes de substance de la main

La quasi-totalité des lambeaux libres cutanés, musculaires ou de fascia peut être proposée pour la couverture de défects cutanés ou mixtes au niveau de la main. Nous ne proposerons pas un catalogue exhaustif de ces différentes solutions. Nous nous bornerons au contraire à décrire les sites donneurs que nous utilisons en pratique.

Lambeau libre inguinal

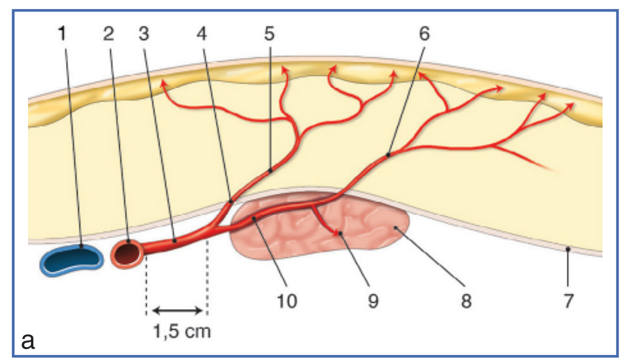
Premier lambeau libre cutané réalisé en 1972 par Daniel et Taylor [15], ce site donneur fut longtemps utilisé en chirurgie de la main en dépit de ses nombreux inconvénients. Il dispose en effet d'un pédicule court et de vaisseaux de petit diamètre, et son épaisseur impose souvent la réalisation de dégraissages successifs multiples.

L'apparition de nouveaux sites donneurs, ne souffrant pas des mêmes inconvénients, a conduit dans la plupart des écoles à un abandon progressif de ce lambeau. Il connaît actuellement un regain d'intérêt, essentiellement parce que le petit calibre de son pédicule ne constitue plus, dans des mains expertes, un handicap notable. En outre, l'application à ce site donneur des principes techniques en usage dans les lambeaux cutanés basés sur les artères perforantes a permis de contourner bon nombre des inconvénients et limites inhérents à la version « classique » de ce site donneur.

Dans ces conditions, ses avantages reviennent au premier plan, représentés par des séquelles esthétiques mineures au niveau d'un site donneur qui est toujours dissimulable.

Anatomie

Le prélèvement doit tenir compte ici des variations d'origine de l'artère circonflexe iliaque superficielle qui ont été précédemment décrites (figure 9.101). Nos connaissances concernant le mode



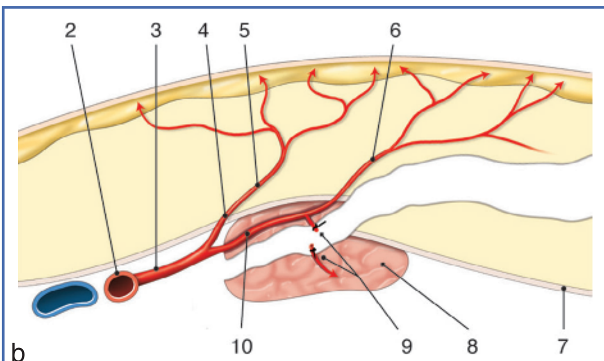


Figure 9.101

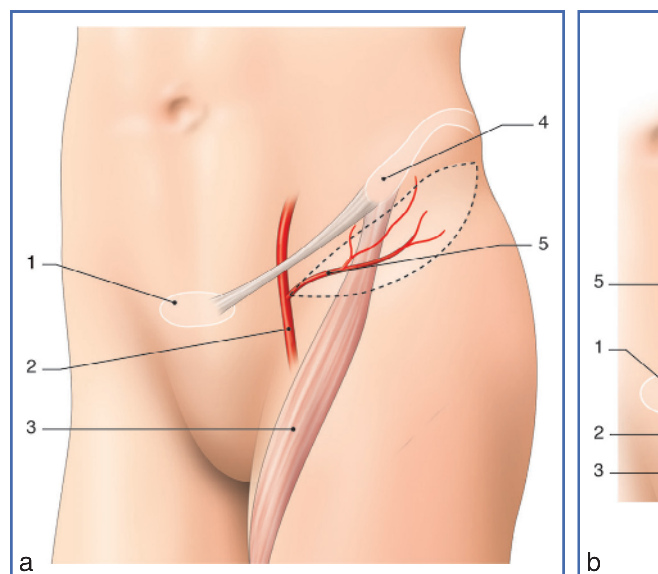
Représentation schématique du trajet des perforantes à destinée cutanée dans le lambeau libre d'origine inguinale.
a. Distribution des rameaux perforants issus des branches superficielle et profonde de l'artère circonflexe iliaque superficielle. 1. Veine fémorale. 2. Artère fémorale. 3. Artère circonflexe iliaque superficielle. 4. Branche superficielle de l'artère circonflexe iliaque superficielle. 5. Branche perforante issue de la branche superficielle de l'artère circonflexe iliaque superficielle. 6. Branche perforante issue de la branche profonde de l'artère circonflexe iliaque superficielle. 7. Fascia profond. 8. Muscle couturier. 9. Rameaux perforants issus de la branche profonde de l'ACIS. 10. Branche profonde de l'artère circonflexe iliaque supérieure.
b. Plan de dissection d'un lambeau inguinal basé sur les perforantes cutanées de l'artère circonflexe iliaque superficielle. 1. Veine fémorale. 2. Artère fémorale. 3. Artère circonflexe iliaque superficielle. 4. Branche superficielle de l'artère circonflexe iliaque superficielle. 5. Branche perforante issue de la branche superficielle de l'artère circonflexe iliaque superficielle. 6. Branche perforante issue de la branche profonde de l'artère circonflexe iliaque superficielle. 7. Fascia profond. 8. Muscle couturier. 9. Rameaux perforants issus de la branche profonde de l'ACIS. 10. Branche profonde de l'artère circonflexe iliaque supérieure.

de distribution de l'artère circonflexe iliaque superficielle ont progressé et permettent désormais le dessin de lambeaux cutanés basés sur les perforantes cutanées de l'artère circonflexe [7]. Celle-ci se divise à 1,5 cm de son point d'origine sur l'artère fémorale commune en donnant naissance à une branche profonde et une branche superficielle. La branche superficielle émerge du fascia profond pratiquement dès son point d'émergence et chemine en direction de l'épine iliaque antérosupérieure. La branche profonde de division poursuit un trajet ascendant et latéral en cheminant en dessous du fascia musculaire, et en se distribuant aux muscles de voisinage. Outre cette distribution musculaire, la branche profonde donne aussi des rameaux terminaux destinés aux couches dermiques et cutanées de la région inguinale latérale. Ces branches perforantes issues de la branche profonde de division de l'artère circonflexe iliaque superficielle, peuvent être utilisées pour irriguer un lambeau inguinal libre.

Technique chirurgicale

Une fois repérée l'émergence de l'artère circonflexe iliaque superficielle et son trajet tracé sur la peau, les limites du prélèvement cutanée sont elles-mêmes définies. Pour éviter une cicatrice disgracieuse dans la région de l'épine iliaque antérosupérieure, il est possible de dessiner un lambeau dont le grand axe est plus distal (caudal) que celui d'un prélèvement de lambeau inguinal « classique ». Le grand axe de ce prélèvement cutané doit rester cependant parallèle au trajet de l'artère circonflexe iliaque superficiel. Ce trajet, ainsi que la position des perforantes à destinée cutanée peut être repéré au doppler lors de la planification du lambeau. La dissection débute par le soulèvement de l'hémi-circonférence inférieure du lambeau cutané, et la première étape est l'inventaire des perforantes à destinée cutanée. Cette dissection doit s'effectuer impérativement sous loupes binoculaires, compte tenu de la petite taille des structures vasculaires concernées. L'objectif de la dissection est ensuite de suivre de distal en proximal ces perforantes en ménageant le réseau vasculaire anastomotique qui les connecte entre elles, jusqu'à identifier l'origine de ce réseau au niveau de l'artère circonflexe iliaque superficielle, par l'intermédiaire de sa branche superficielle et/ou profonde. Le contrôle distal du réseau vasculaire par le biais de la dissection de ces perforantes permet d'ajuster ensuite sans risque l'épaisseur du lambeau en procédant à un dégraissage primaire. En proximal, la dissection se poursuit en incluant la branche profonde et/ou superficielle de l'artère circonflexe iliaque superficielle, et c'est toujours sur ce vaisseau que s'effectueront les anastomoses vasculaires (figure 9.102).

Variantes techniques : lambeau inguinal ostéomyocutané
L'utilisation du lambeau inguinal pour la reconstruction de défects composites, comportant une perte de substance osseuse, a déjà été évoquée lors de la description du lambeau pédiculé. Lorsque l'on envisage la reconstruction d'un défect composite similaire par transfert tissulaire libre, il



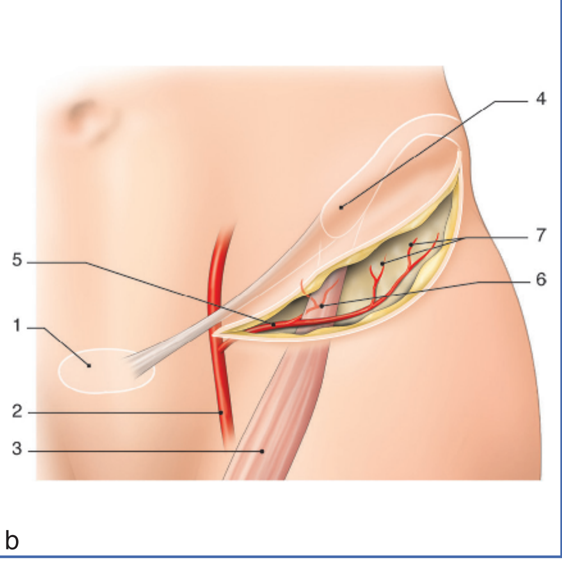


Figure 9.102

Dissection d'un lambeau libre inguinal par la technique des perforantes cutanées.
a. Tracé des repères sur la peau : l'ellipse cutanée est tracée en dessous du ligament inguinal et de l'épine iliaque antérosupérieure (EIAS). 1. Tubercule du pubis. 2. Artère fémorale. 3. Muscle couturier. 4. EIAS. 5. Artère circonflexe iliaque superficielle (ACIS).
b. Inventaire des perforantes après soulèvement premier du bord inférieur du lambeau. Les perforantes issues des branches superficielle et profonde de l'ACIS sont retrouvées et suivies de distal en proximal lors de la dissection. 1. Tubercule du pubis. 2. EIAS. 3. Artère fémorale. 4. Muscle couturier. 5. ACIS. 6. Rameaux perforants issus de la branche profonde de l'ACIS. 7. Rameaux perforants issus de la branche superficielle de l'ACIS.

est nécessaire d'assurer la vascularisation du composant osseux par l'artère circonflexe iliaque profonde [52, 53]. Pour conserver la contiguïté entre le composant osseux et le composant cutané, il est également nécessaire d'emmener une languette des muscles oblique externe, oblique interne et transverse. Toutefois, la fiabilité de la vascularisation du composant cutané à partir de la seule circonflexe iliaque profonde a été contestée, plusieurs séries rapportant des nécroses limitées ou complètes du composant cutané d'un tel lambeau composite.

Dans ces conditions, la technique la plus fiable consiste à disséquer également le pédicule circonflexe iliaque superficiel qui sera rebranché séparément au niveau du site receveur. On garantit ainsi une excellente vascularisation, non seulement du greffon osseux (circonflexe iliaque profonde) mais aussi de la palette cutanée (circonflexe iliaque superficielle).

Le prélèvement d'un tel lambeau composite est toutefois plus délabrant que celui d'un lambeau inguinal cutané pur. Les rares circonstances qui imposent la réalisation de ce lambeau au niveau de la main sont représentées par les défects osseux étendus concernant plusieurs métacarpiens adjacents. De telles lésions se rencontrent dans le cadre de traumatismes balistiques. Le greffon osseux iliaque vascularisé permet alors de combler les pertes de substance sur plusieurs métacarpiens et d'assurer, dans le même temps opératoire, la couverture cutanée.

Avantages et inconvénients

L'avantage notable du lambeau inguinal cutané est la discrétion des séquelles esthétiques au niveau du site donneur. Cet avantage lui confère dans plusieurs équipes un regain d'intérêt. Les modifications techniques présentées dans la version « moderne » du lambeau inguinal permettent de réduire encore la rançon cicatricielle et de limiter le nombre de dégraissages requis. Les inconvénients sont ceux d'un pédicule de petit calibre imposant une technique microchirurgicale sans faille pour conserver une bonne fiabilité (figure 9.103).

Figure 9.103

Lambeau libre inguinal, cas clinique.
a. Perte de substance cutanée par nécrose après un temps chirurgical de reconstruction de l'appareil extenseur dans une polyarthrite rhumatoïde.
b. Planification d'un lambeau cutané inguinal libre. Notez le positionnement du lambeau en dessous de l'épine iliaque antérosupérieure pour minimiser la morbidité du prélèvement.
c, d. Résultat fonctionnel et esthétique final.

Lambeau libre antébrachial

L'utilisation du lambeau antébrachial, comme lambeau libre au niveau de la main, n'a que peu d'indications car le premier choix reste toujours le recours à un lambeau pédiculé (figure 9.104).

Cette utilisation peut cependant devenir légitime lorsque les conditions locales interdisent la réalisation d'un lambeau pédiculé à pédicule distal; c'est le cas lorsqu'il existe une interruption de continuité de l'artère radiale, soit au poignet, soit au niveau de la première commissure. Si la main reste parfaitement vascularisée par le pédicule

Figure 9.104

Utilisation du lambeau antébrachial en lambeau libre (réalisation en urgence vraie).

a. Vaste scalp palmaire concernant l'avant-bras et la face palmaire de la main dû à une scie à polystyrène. Il existe des sections étagées de l'artère radiale. Les tendons fléchisseurs des doigts longs sont sectionnés en zone 2.

b, c. Aspect de la perte de substance palmaire.

d. Lambeau antébrachial libre, à pédicule proximal, prélevé en urgence sur l'avant-bras controlatéral.

e. Couverture par le lambeau des réparations effectuées en zone 2 sur les tendons fléchisseurs. Le branchement vasculaire s'est effectué en terminolatéral sur l'artère radiale, au sommet du premier espace interosseux (l'artère radiale pénètre dans le lambeau à son angle radial et proximal; la tunnellisation s'est effectuée à la face dorsale de la première commissure).

f. Séparation des doigts débutant par le doigt le plus cubital.

g. Poursuite de la libération des syndactylies.

h. Résultat en flexion active (aucun dégraissage).

cubital, il peut alors être légitime de procéder en urgence vraie au prélèvement d'un « lambeau chinois » libre qui sera branché en terminolatéral sur ce même axe cubital. La dissection s'effectue selon des étapes superposables à celles décrites pour la réalisation d'un lambeau pédiculé.

Dans la plupart des cas, on optera dans ces circonstances pour un lambeau à pédicule proximal, vascularisé par conséquent dans le sens orthograde. Une veine superficielle est disséquée et sera réanastomosée au niveau du site receveur pour assurer le retour veineux.

Toutefois, lorsque les conditions locales au niveau du site donneur ou du site receveur l'exigent, il est possible de disséquer un « lambeau chinois » libre à pédicule distal, le retour veineux continuant à être assuré par une veine superficielle qui émerge du lambeau au niveau de son bord proximal. Dans ces conditions, les anastomoses vasculaires seront réalisées en deux sites distincts du site receveur.

Dans des circonstances plus exceptionnelles encore, ce « lambeau chinois » libre peut être prélevé sur le membre controlatéral. Ceci est rarement effectué en urgence en raison de la nécessité de recourir à une anesthésie générale. La réalisation d'un tel transfert tissulaire libre prélevé sur l'avant-bras controlatéral est en général différée de 48 à 72 heures, délai qui est mis à profit pour vérifier la justesse du parage au niveau du site receveur.

De la même façon que pour un lambeau pédiculé, il est possible d'utiliser ce « lambeau chinois » libre sous forme composite, cutanéotendineux ou cutanéoosseux.

Lambeaux scapulaires et parascapulaires

Les lambeaux scapulaires et para-scapulaires font partis des lambeaux cutanés les plus utilisés actuellement. Ces sites donneurs présentent en effet de multiples avantages dont la longueur et le calibre du pédicule, la facilité de prélèvement et les séquelles cicatricielles tolérables. La première description est due à Dos Santos en 1980 et portait sur le lambeau scapulaire [17]. De très nombreuses séries ont ensuite été publiées concernant son utilisation [25, 20, 55].

L'utilisation du lambeau parascapulaire a été proposée ultérieurement par Nassif [42]. Le lambeau parascapulaire est vascularisé, comme le lambeau scapulaire, par une branche de division de l'artère circonflexe scapulaire. Notre préférence va actuellement au lambeau parascapulaire dont la cicatrice verticale nous semble plus esthétique que celle transversale obtenue après dissection d'un lambeau scapulaire. Pour toutes ces raisons, le lambeau parascapulaire représente actuellement l'un de nos premiers choix techniques lorsqu'un lambeau cutané doit être prélevé. Néanmoins, depuis quelques années, les indications à ce type de transplant ont régressé, sous l'effet du « retour en grâce » du lambeau inguinal libre, dont la morbidité en termes de séquelles cicatricielles est bien plus acceptable.

Anatomie vasculaire

Les lambeaux scapulaires et parascapulaires sont vascularisés par des branches de division distinctes de l'artère circonflexe scapulaire ; cette artère est elle-même une branche de l'artère subscapulaire. L'artère circonflexe émerge d'un espace triangulaire limité en haut par le sous-épineux et le petit rond, en bas par le grand rond et latéralement en dehors par la longue portion du triceps. Elle se divise peu après ce point d'émergence en deux branches terminales ; l'une verticale longe le bord axillaire de l'omoplate et constitue le rameau nourricier du lambeau parascapulaire, la seconde se porte transversalement en dehors et constitue le pédicule nourricier du lambeau scapulaire. L'artère circonflexe scapulaire a un diamètre moyen de 2 mm et est accompagnée dans tout son trajet par des veines comitantes dont le calibre se prête également à la réalisation de microsutures vasculaires (3 mm). Il est fréquent que le réseau de veines comitantes de l'artère circonflexe scapulaire conflue en une veine unique au niveau de l'espace triangulaire facilitant le temps de réparation veineuse lors du transfert (figure 9.105a).

Le territoire vasculaire de ces deux pédicules nourriciers autorise le prélèvement de lambeaux de grandes tailles. En ce qui concerne le lambeau scapulaire, plusieurs cas sont rapportés dans la littérature de lambeaux dont le dessin dépassait la ligne médiane. Pour ce premier type de lambeau, il semble toutefois qu'on ne puisse disposer d'une sécurité vasculaire absolue qu'à condition de ne pas dépasser cette limite théorique de la ligne des épineuses.

En ce qui concerne le lambeau parascapulaire, la dissection de lambeaux d'une longueur maximale de 30 cm est possible.

Techniques chirurgicales

Prélèvement d'un lambeau parascapulaire

Installation du patient : ce lambeau est prélevé sous anesthésie générale en décubitus latéral, l'avant-bras reposant sur un appui maintenant le bras en abduction (figure 9.105b, c et d).

Les contours de l'omoplate, et en particulier de son bord axillaire, sont tracés sur la peau. Il est possible de repérer au doigt l'interstice musculaire marquant la localisation de l'espace triangulaire entre petit rond et grand rond. On peut confirmer cette localisation en s'aidant d'un repérage au doppler de l'artère circonflexe. À partir de ce point d'émergence tracé sur la peau, les contours du lambeau parascapulaire sont tracés de sorte que le grand axe du lambeau se situe parallèlement au bord axillaire de l'omoplate.

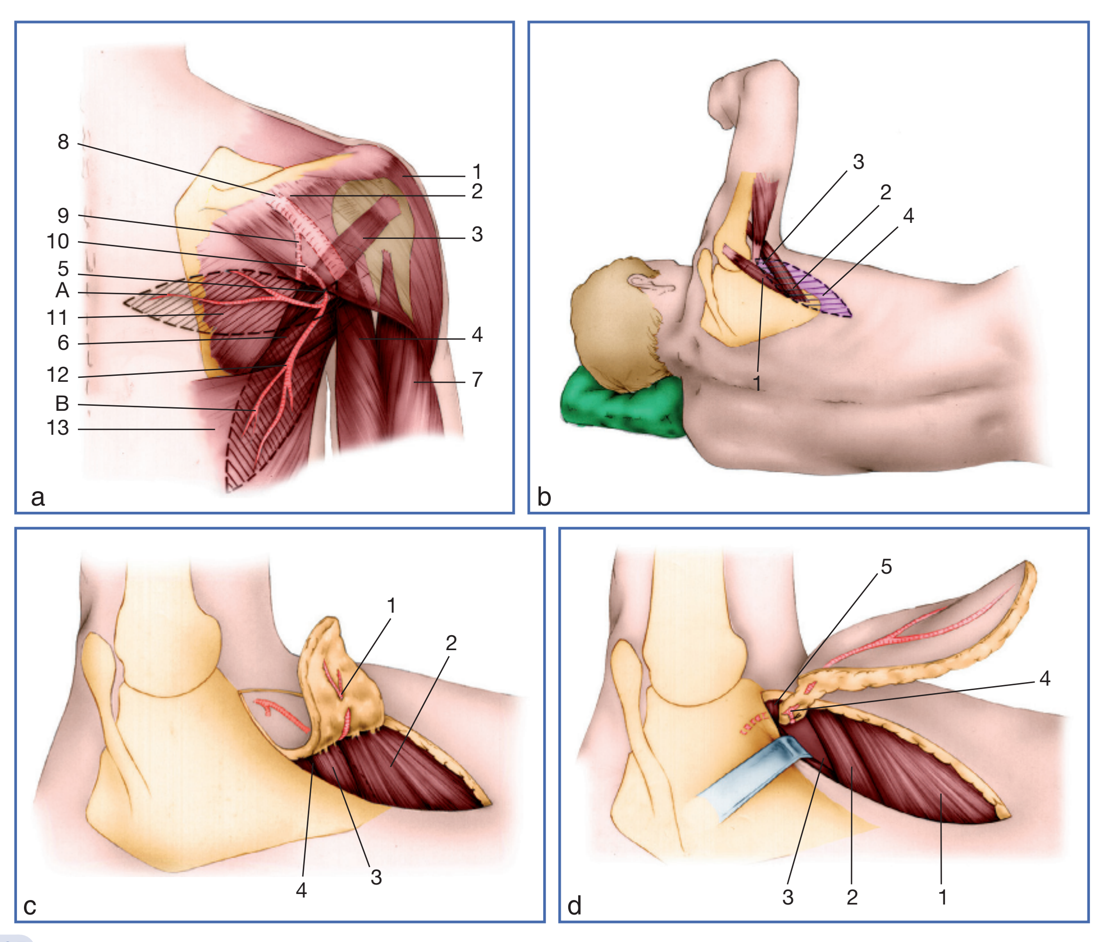


Figure 9.105

Lambeaux scapulaire et parascapulaire.

a. Lambeaux scapulaire et parascapulaire. Anatomie vasculaire. 1. Deltoïde. 2. Sus-épineux. 3. Petit rond. 4. Longue portion du triceps. 5. Espace triangulaire. 6. Grand rond. 7. Vaste externe. 8. Artère axillaire. 9. Artère sous-scapulaire. 10. Artère circonflexe scapulaire. 11. Artère cutanée « transverse » (artère du lambeau scapulaire : A). 12. Artère cutanée descendante (artère du lambeau parascapulaire : B). 13. Grand dorsal.
b. Planification d'un lambeau parascapulaire. 1. Petit rond. 2. Grand rond. 3. Espace triangulaire. 4. Surface du lambeau.
c. Dissection d'un lambeau parascapulaire : soulèvement de l'angle distal du lambeau. 1. Branche cutanée descendante. 2. Grand dorsal. 3. Grand rond. 4. Petit rond.
d. Poursuite de la dissection dans l'espace triangulaire. 1. Grand dorsal. 2. Grand rond. 3. Petit rond. 4. Ligature de la branche transversale. 5. Deltoïde.

Les contours du lambeau sont alors incisés jusqu'au fascia musculaire en limitant cette première incision à la moitié distale du lambeau. Celui-ci va alors être soulevé en progressant de la pointe vers le point d'émergence vasculaire. Il n'est pas nécessaire d'emmener le fascia musculaire avec le lambeau. La face profonde de l'îlot cutané est ainsi clivée du plan musculaire sous-jacent représenté d'abord par le muscle grand dorsal puis le muscle grand rond. Lorsque l'on approche de l'espace triangulaire, la branche descendante de l'artère circonflexe scapulaire devient visible par transparence et peut être suivie jusqu'à l'espace triangulaire. Une fois vérifié le point d'émergence de l'artère, il est possible de terminer l'incision des contours du lambeau. À ce stade, on poursuit habituellement la dissection au sein de l'espace musculaire lui-même ; pour ce faire, des écarteurs sont placés sur le petit et le grand rond afin d'ouvrir au maximum cet espace. Les branches à destinée musculaire nombreuses à ce niveau sont électivement ligaturées. Si un long pédicule est nécessaire, il est possible de poursuivre la dissection en proximal jusqu'à rencontrer le point d'émergence de l'artère thoracodorsale.

Fermeture du site donneur

Elle s'effectue par sutures des berges qui restent possibles lorsque la largeur du lambeau n'excède pas 10 cm.

Variantes techniques

Prélèvement d'un lambeau scapulaire

L'utilisation du lambeau scapulaire dont le pédicule nourricier et la branche transversale de l'artère circonflexe représentent pour nous, un deuxième choix, compte tenu

de l'aspect inesthétique d'une large cicatrice transversale. Lorsque les conditions locales d'un site receveur particulier l'imposent, il est possible de prélever un lambeau bifolié associant sur le même pédicule vasculaire, un lambeau scapulaire et un lambeau parascapulaire. De la même façon, il est possible d'envisager la dissection sur un pédicule vasculaire unique (artère subscapulaire) d'un lambeau scapulaire ou parascapulaire en association avec un lambeau musculaire de grand dorsal et/ou de grand dentelé. Un abord axillaire supplémentaire sera alors nécessaire pour faciliter le temps de dissection de l'artère subscapulaire.

Enfin, Gilbert et Téot ont insisté sur la possibilité d'associer au lambeau scapulaire ou parascapulaire, une partie de l'épine de l'omoplate ou de son bord externe [20]. Les indications à ce type de transfert composite ostéofutané sont toutefois rarissimes dans le cadre des pertes de substance de la main.

Avantages et inconvénients

L'accessibilité technique de ce site donneur, le gros calibre des vaisseaux nourriciers et la longueur de pédicule utile font partie des avantages conséquents de ce site donneur. La possibilité d'associer plusieurs lambeaux libres sur un pédicule unique représente également l'un des avantages de ce lambeau, mais il est rarement nécessaire d'user de cet artifice pour les pertes de substance de la main (figure 9.106).

Les inconvénients de ce lambeau scapulaire et parascapulaire sont représentés par leur relative épaisseur variable en fait suivant le morphotype du patient mais qui impose

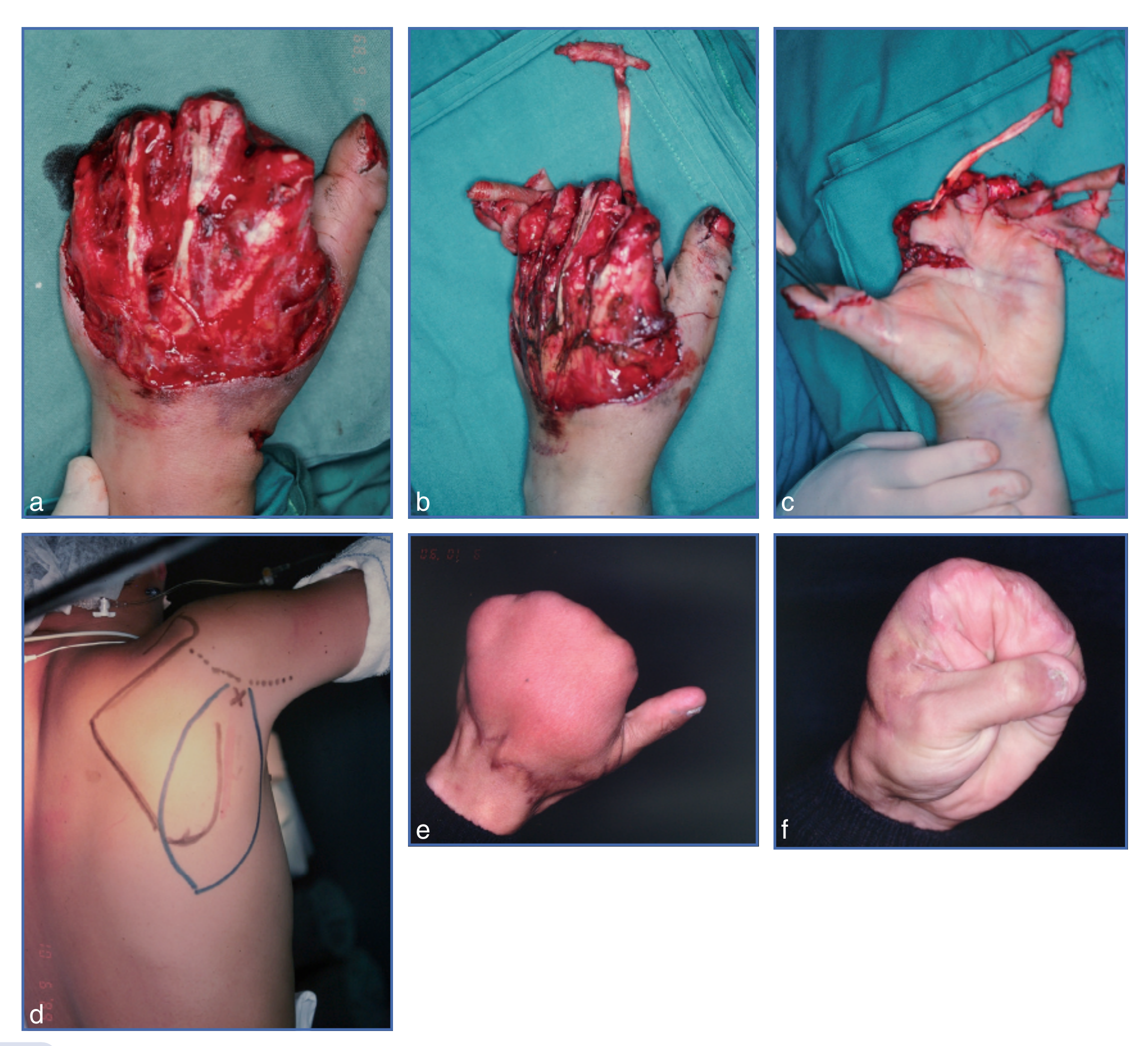


Figure 9.106

Utilisation du lambeau parascapulaire.
a. b. c. Mutilation de tous les doigts longs par presse industrielle, contusion de la première commissure contre-indiquant un lambeau antébrachial à pédicule distal.
d. Planification d'un lambeau parascapulaire libre.
e, f. Résultat. Deux temps de dégraissage ont été nécessaires. L'usage du lambeau a permis la conservation des MP en vue d'éventuels transferts d'orteils ultérieurs.

souvent le recours à un ou plusieurs temps de dégraissage. L'élasticité cutanée est moindre que celle obtenue par un « lambeau chinois » par exemple.

Enfin, ce site donneur ne fournit que des lambeaux insensibles, aucun nerf superficiel n'étant disponible dans la région pour se prêter à une éventuelle resensibilisation.

Lambeau du dos du pied

L'utilisation de la face dorsale du pied comme site donneur d'un lambeau cutané a d'abord été proposée sous forme d'un lambeau en îlot. Puis en 1976, Ohmori et Harii l'utilisèrent comme lambeau libre [43]. Ce lambeau a en particulier l'indiscutable avantage de proposer une peau de couverture fine et élastique bien adaptée aux pertes de substance dorsale de la main.

Toutefois, les difficultés de dissection propres à ce lambeau mais surtout les séquelles au niveau du site donneur nous l'ont fait progressivement abandonner.

Anatomie vasculaire

L'artère pédieuse poursuit la direction de l'artère tibiale antérieure et émerge à la cheville en passant sous le ligament rétinaculaire dorsal. Au niveau du dos du pied, son trajet est parallèle à celui du tendon long extenseur du pouce, l'artère se situant sur le bord latéral de ce tendon (figure 9.107).

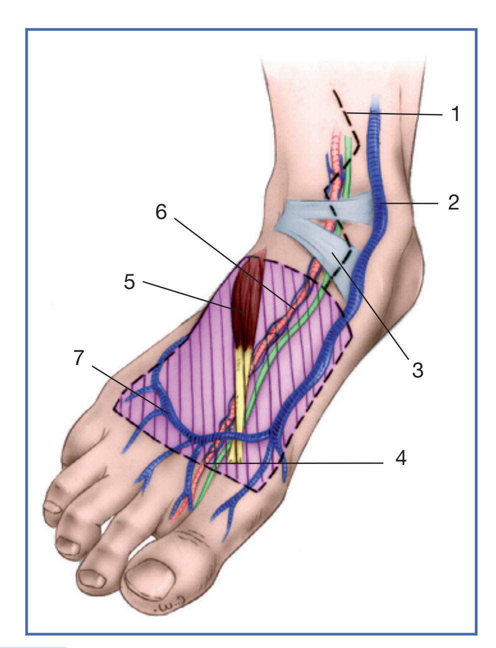


Figure 9.107

Planification d'un lambeau du dos du pied.
1. Incision proximale pour l'exposition du pédicule antérieur et pédieux. 2. Veine saphène interne. 3. Ligament rétinaculaire dorsal. 4. Artère première inter-métatarsienne dorsale. 5. Première digitation du muscle pédieux. 6. Pédicule pédieux. 7. Arcade veineuse dorsale.

Elle est dans ce trajet, au dos du pied, située profondément, au contact du périoste des os du tarse, croisée dans la partie initiale de son trajet par la première digitation du muscle pédieux. Elle est accompagnée dans ce trajet profond par le nerf péronier profond. Cette artère pédieuse se termine au sommet du premier espace intermétatarsien, en donnant, d'une part, une branche perforante qui rejoint le réseau plantaire et, d'autre part, la première artère intermétatarsienne dorsale. Cette première artère intermétatarsienne dorsale est de calibre et de trajet éminemment variables. Dans le cas le plus favorable, cette artère de calibre conséquent chemine à la face superficielle du muscle interosseux dorsal correspondant. Dans d'autres cas, moins favorables, cette artère intermétatarsienne dorsale de premier espace peut cheminer au sein du muscle interosseux, voire gagner sa face profonde. Dans tous les cas, cette artère intermétatarsienne dorsale est située superficiellement par rapport au ligament transverse intermétatarsien, à l'extrémité distale de l'espace.

Le drainage veineux est assuré dans tous les cas où ce lambeau est prélevé en lambeau libre par les veines superficielles se drainant par l'intermédiaire de l'arcade veineuse dorsale dans la veine saphène interne.

La resensibilisation du lambeau pourra être assurée au niveau du site receveur par des anastomoses concernant le nerf péronier superficiel ou profond. On ne peut toutefois attendre d'une telle anastomose que des scores moyens de discrimination entre 20 et 30 mm. La taille maximale du lambeau qui est ainsi prélevé est de l'ordre de 14 × 12 cm.

Technique chirurgicale

Après tracé sur la peau des contours du lambeau, de l'arcade dorsale veineuse et de son prolongement saphène, le prélèvement débute par l'identification du pédicule pédieux au dos du pied. Une incision longitudinale permet de repérer l'artère pédieuse en amont du rétinaculum dorsal de l'extenseur puis de suivre cet axe vasculaire jusqu'au bord proximal du lambeau (figure 9.108).

Dans un second temps, la dissection repère au bord distal du lambeau la première artère intermétatarsienne dorsale. Lorsqu'aucune artère n'est identifiée, ni à la face superficielle du muscle interosseux, ni au sein de l'espace, il peut être prudent de renoncer au prélèvement car l'existence d'un réseau plantaire dominant ou exclusif rend cette dissection aléatoire. Lorsque la disposition vasculaire est favorable avec un réseau plantaire ou intermédiaire, l'extrémité distale de l'artère et de ses veines comitantes est repérée puis sectionnée entre deux ligatures. L'extrémité distale du pédicule est ensuite solidarisée au bord distal du

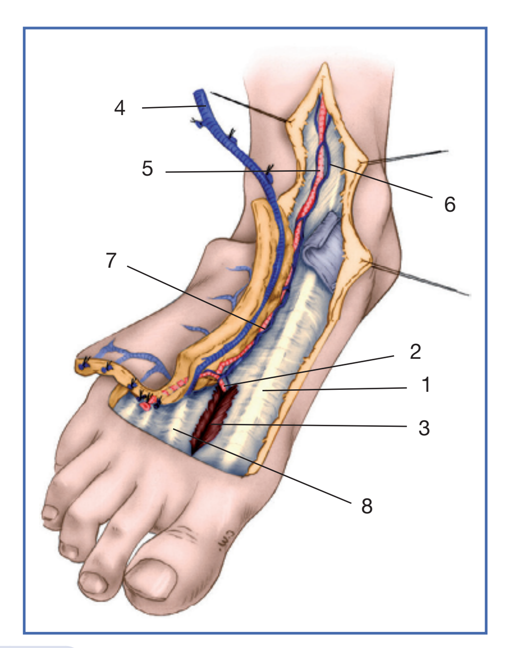


Figure 9.108

Lambeau du dos du pied.
1. Long extenseur du premier orteil. 2. Rameau perforant à la base du premier espace interosseux. 3. Premier muscle interosseux dorsal. 4. Veine saphène interne. 5. Artère tibiale antérieure. 6. Veines comitantes. 7. Artère pédieuse. 8. Extenseur commun des orteils.

lambeau cutané pour éviter toute traction intempestive en cours de dissection. À ce stade, les bords médial et latéral du lambeau vont pouvoir être soulevés. La dissection du bord médial du lambeau doit prendre garde d'inclure la veine saphène et son arcade dorsale correspondante. En revanche, le paratendon du long extenseur du gros orteil doit être impérativement abandonné au niveau du site receveur pour autoriser la couverture de ce dernier par une greffe de peau. De la même façon, le bord latéral du lambeau est soulevé ménageant, là encore, le paratendon de l'extenseur commun des orteils. La dissection devient prudente en abordant le niveau du premier espace intermétatarsien car, à ce niveau, l'artère pédieuse et l'artère du premier espace intermétatarsien qui la prolonge ne doivent jamais être dissociées du plan cutané. La dissection se termine de distal en proximal levant en monobloc le plan cutané et le contenu vasculaire du premier espace intermétatarsien.

Fermeture du site donneur

Les séquelles au niveau du site donneur constituant le principal inconvénient de ce lambeau, cette fermeture sera méticuleuse. Après reconstitution du ligament rétinaculaire dorsal de l'extenseur, une greffe de peau semi-épaisse et d'un seul tenant est suturée à points séparés aux berges du défect cutané et appliquée sur le site receveur par un bourdonnet cousu. Le respect du péritendon de l'appareil extenseur est le point clé qui garantit une prise satisfaisante de cette greffe.

Variantes techniques

Le lambeau du dos du pied peut être composite et inclure le deuxième métatarsien ainsi que l'articulation métatarsophalangienne du deuxième orteil.

Avantages et inconvénients

La finesse du revêtement apporté et la possibilité de resensibiliser ce lambeau par des anastomoses nerveuses concernant le nerf péronier font partie des avantages indéniables de ce lambeau. Ce revêtement fin et élastique convient pour rhabiller la face dorsale de la main ou traiter un dégantage cutané.

Son principal inconvénient, déjà cité, qui a fait pratiquement totalement disparaître l'usage de ce site donneur, est représenté par les séquelles qu'il génère. La greffe placée au dos du pied, même lorsqu'elle est semi-épaisse et bien intégrée est souvent source d'ulcérations par conflit avec la chaussure. À ces inconvénients mécaniques s'ajoute une sensibilité au froid toujours présente et invalidante.

Lambeau brachial externe

La face externe du bras est un site donneur de lambeau cutané libre susceptible d'être prélevé en urgence au même titre qu'un « lambeau chinois ». Il a l'avantage par rapport à ce dernier de ne pas interrompre d'axe vasculaire principal et peut éventuellement être resensibilisé. La première description de ce lambeau revient à Song en 1982 [51]. Plusieurs auteurs dont Schusterman [48] et Katsaros [44] ont ensuite rapporté leurs premiers cas cliniques.

Anatomie vasculaire

La plupart des travaux anatomiques consacrés à cette région ont montré que le lambeau brachial externe disposait d'une anatomie vasculaire constante. L'artère humérale profonde est une branche de l'artère humérale et accompagne le nerf radial dans la gouttière humérale à la face postérieure de l'humérus. En atteignant l'extrémité externe de cette gouttière, au niveau de l'insertion du septum intermusculaire externe, cette artère se divise en deux branches terminales antérieure et postérieure (figure 9.109a).

La branche antérieure accompagne le nerf radial, chemine entre long supinateur et brachial antérieur et contracte à sa partie distale des anastomoses avec l'artère récurrente radiale antérieure.

La branche postérieure, quant à elle, chemine immédiatement en arrière du septum intermusculaire externe ou dans l'épaisseur de celui-ci pour se terminer dans la région

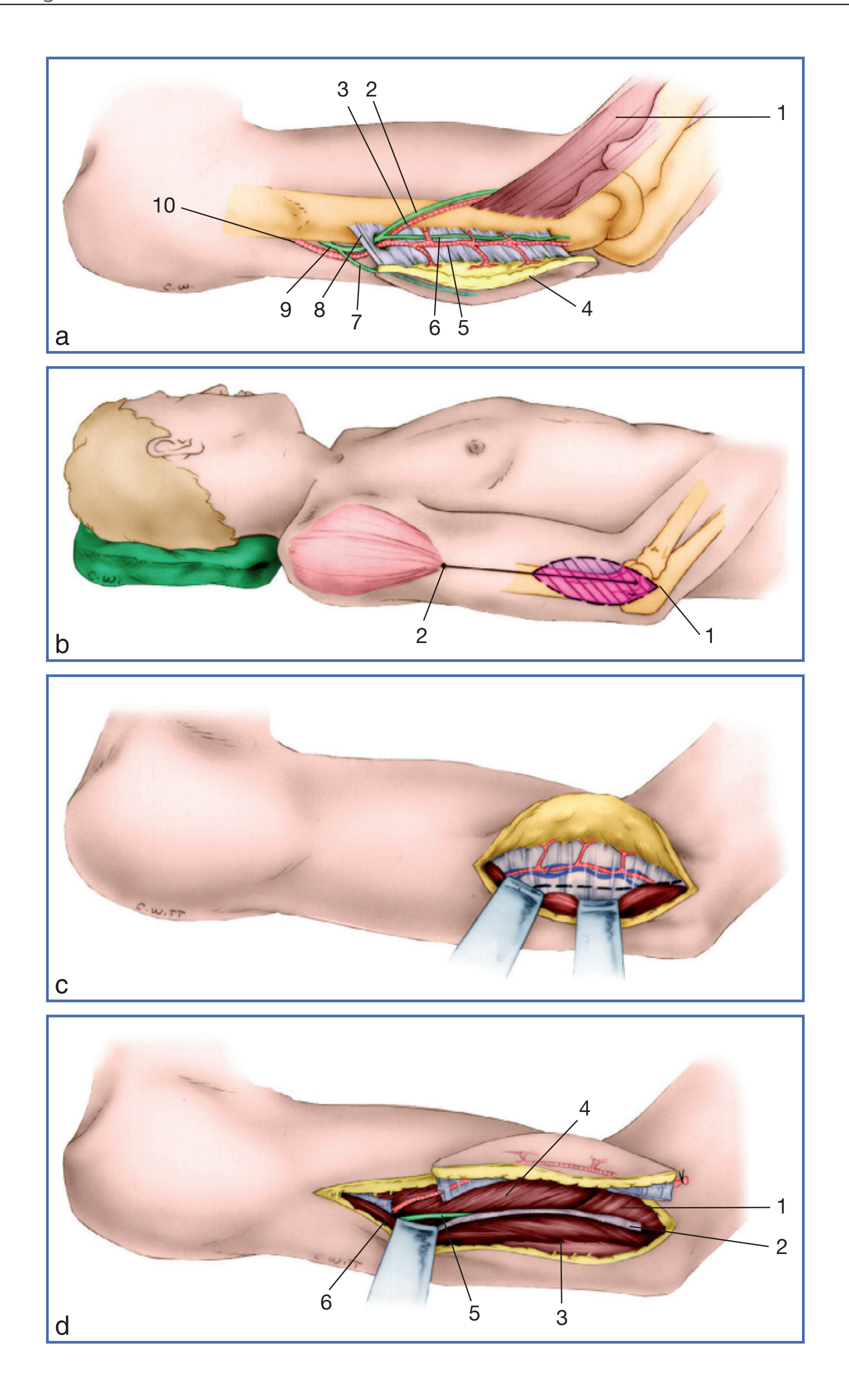


Figure 9.109

Lambeau brachial externe.

a. Anatomie vasculaire. 1. Muscle long supinateur. 2. Nerf radial. 3. Branche terminale antérieure de l'artère humérale profonde. 4. Lambeau brachial externe. 5. Branche terminale postérieure de l'artère humérale profonde. 6. Nerf cutané antébrachial postérieur. 7. Nerf cutané brachial postérieur. 8. Septum. 9. Nerf radial (dans la gouttière spirale). 10. Artère humérale profonde.
b. Planification d'un lambeau brachial externe. 1. Épicondyle. 2. Pointe du « V » deltoïdien.
c. Dissection du bord postérieur du lambeau et exposition du septum intermusculaire. La branche terminale postérieure de l'artère humérale profonde et les rameaux septaux à destinée cutanée sont visibles.
d. Poursuite de la dissection en proximal vers la gouttière humérale après libération du septum intermusculaire externe. 1. Long supinateur. 2. Septum intermusculaire. 3. Tendon et muscle tricipital (vaste externe). 4. Muscle brachial antérieur. 5. Nerf radial. 6. Sortie de la gouttière spirale.

de l'épicondyle. Au passage, cette artère donne plusieurs branches cheminant dans le septum intermusculaire et s'arborisant dans les téguments de la face postéro-externe du bras. Cette même branche postérieure donne également des rameaux à destinée osseuse, vascularisant la corticale de l'humérus sur les dix derniers centimètres.

Retour veineux

L'artère humérale profonde et cette branche de division sont constamment accompagnées de veines comitantes. Les veines profondes, satellites de la branche postérieure de division et de l'artère humérale profonde, assurent le drainage veineux du territoire du lambeau. Ces veines sont d'un diamètre accessible à une suture microchirurgicale (2 à 2,5 mm). Par une dissection proximale poussée jusque dans la gouttière humérale, il est possible d'obtenir un pédicule vasculaire d'une longueur maximale de huit centimètres.

Innervation

Le lambeau brachial externe peut être prélevé sous forme d'un lambeau sensible en utilisant le nerf brachial postérieur. Ce nerf est une branche du nerf radial qui naît du tronc de ce nerf dans la gouttière radiale par un tronc commun avec le nerf du vaste interne. Après un trajet situé dans la gouttière humérale elle-même, le nerf brachial postérieur émerge à la face externe en perforant l'aponévrose entre le vaste interne et le vaste externe. Il innerve les téguments de la face externe du bras.

Le nerf antébrachial postérieur, quant à lui, est un nerf sensitif à destinée cutanée, dévolu à la sensibilité des téguments de la partie postérolatérale de l'avant-bras.

Ce nerf traverse le lambeau brachial externe sans l'innerver accompagnant dans son trajet la branche postérieure de division de l'artère humérale profonde. Il ne peut être utilisé pour sensibiliser le lambeau mais se prête éventuellement à la réalisation de greffes nerveuses vascularisées.

Technique chirurgicale

Ce lambeau peut être prélevé sous anesthésie locorégionale. L'usage d'un garrot facilite la dissection dans ses phases initiales mais doit pouvoir être enlevé en cours d'intervention pour autoriser les temps proximaux de dissection pédiculaire (figure 9.109b, c et d).

L'installation du patient s'effectue en décubitus dorsal, le bras étant placé en rotation interne et l'avant-bras en pronation. Une ligne repère est tracée depuis la pointe du « V » deltoïdien jusqu'à l'épicondyle marquant l'emplacement du septum intermusculaire externe. Le lambeau cutané est alors dessiné de sorte que son grand axe longitudinal soit superposable à cette ligne repère tracée sur la peau. En aucun cas, le lambeau ne doit dépasser en proximal l'insertion du deltoïde. En ce qui concerne la limite distale, il est habituel de ne pas franchir le pli du coude pour des raisons cicatricielles. Si l'on veut pouvoir réaliser la fermeture primaire du site donneur, la limite maximale de prélèvement en largeur se situe aux alentours de six centimètres. L'extension du lambeau au-delà du pli du coude vers la face externe de l'avant-bras est théoriquement possible mais ne semble pas souhaitable compte tenu de la rançon cicatricielle.

Dissection proprement dite

On débute le prélèvement en incisant le bord postérieur du lambeau, franchissant peau, tissu cellulaire sous-cutané et aponévrose tricipitale. Le prélèvement progresse alors d'arrière en avant décollant progressivement la face profonde du lambeau du corps charnu musculaire sous-jacent jusqu'à atteindre le niveau du septum intermusculaire externe. À ce stade, les branches terminales à destinée cutanée sont clairement visibles cheminant au sein même du septum intermusculaire.

L'identification de la branche postérieure de division de l'artère humérale profonde devient alors possible en suivant ces branches à destinée cutanée et la dissection peut se poursuivre en proximal.

C'est à ce stade que le nerf radial lui-même doit être clairement identifié et méticuleusement séparé du pédicule du lambeau (figure 9.110). Lorsqu'un long pédicule est nécessaire, la dissection doit se poursuivre en proximal vers la gouttière humérale passant entre deltoïde et triceps. Au cours de ce temps proximal de dissection pédiculaire, le nerf radial est exposé et on doit éviter toute manœuvre de traction visant à améliorer l'exposition mais risquant d'entraîner une paralysie radiale transitoire post-opératoire.

Au terme de cette dissection pédiculaire, il est possible de compléter la levée du lambeau en incisant son bord antérieur. Il n'est pas strictement indispensable d'emmener avec le lambeau l'aponévrose profonde recouvrant le brachial antérieur et le long supinateur. Cette dissection de la moitié antérieure du lambeau se poursuit de proche en proche jusqu'à atteindre à son tour, le septum intermusculaire qui est alors sectionné de distal en proximal, complétant l'isolement en îlot du lambeau. Au cours de ce prélèvement, le nerf antébrachial postérieur est nécessairement sectionné à ses deux extrémités car il est impossible de le dissocier du lambeau lui-même. Le nerf cutané brachial postérieur, quant à lui, peut être disséqué en proximal lors du temps de dissection pédiculaire, s'il est nécessaire de faire de ce lambeau, un lambeau sensible.

Fermeture du site donneur

La fermeture du site donneur par suture primaire est souhaitable si l'on veut limiter les séquelles esthétiques. Cette fermeture primaire n'est toujours possible que pour des prélèvements restent inférieurs à six centimètres de large.

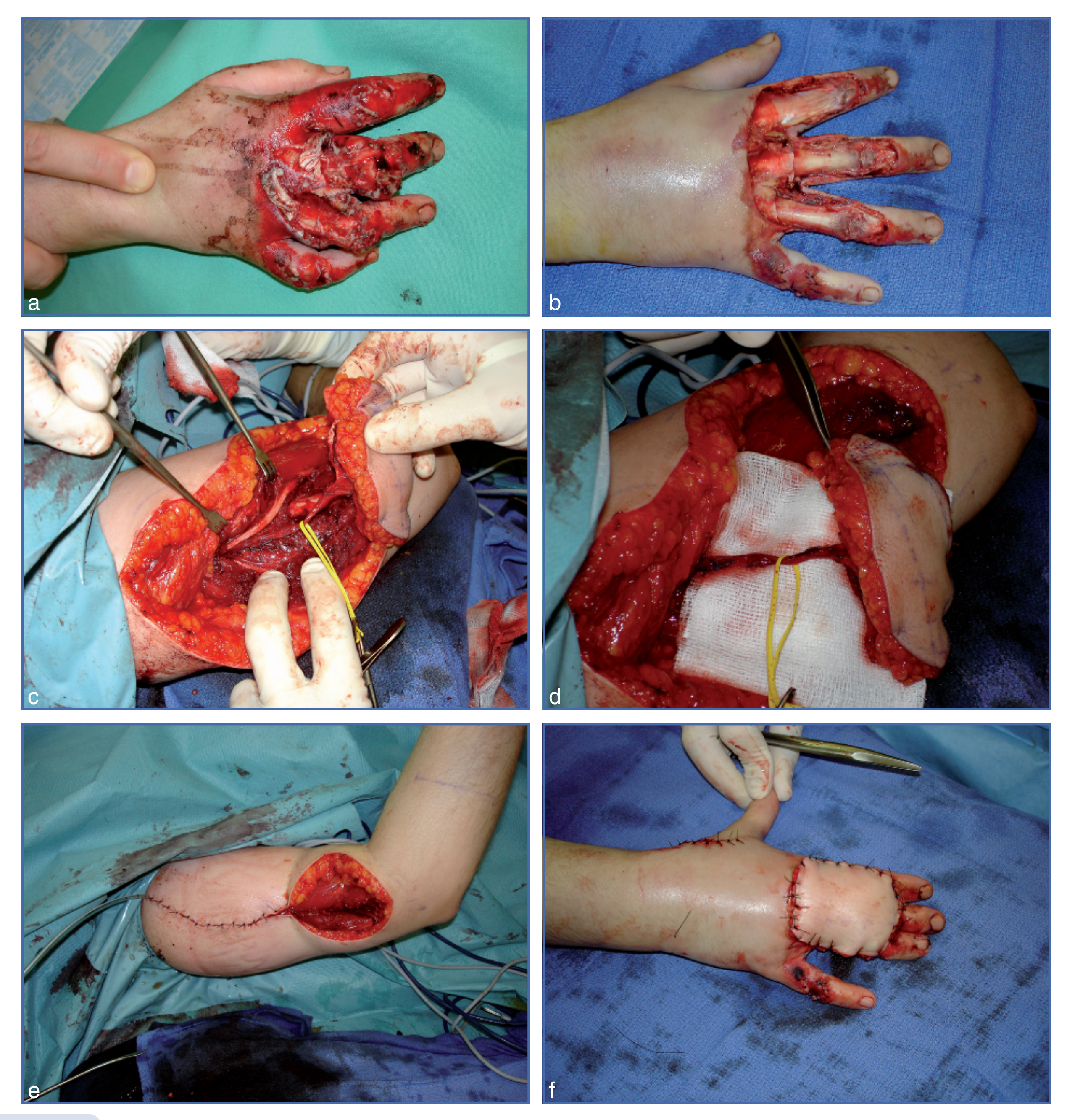


Figure 9.110

Observation Dr F. Breden.

a. Lésion par presse chauffante de la face dorsale de la main et des doigts longs.
b. Résultat après parage, la corticale dorsale des premières phalanges, les bandelettes médianes de l'appareil extenseur et les interlignes IPP sont exposés.
c. Prélèvement d'un lambeau brachial externe.
d. Isolement en îlot du lambeau.
e. La perte de substance sur le site donneur devra être greffée.
f. Une syndactilisation provisoire est requise, elle sera libérée par étapes.

Avantages et inconvénients

Le prélèvement d'un lambeau libre cutané sur le membre supérieur lui-même blessé est l'un des avantages de ce site donneur, accessible sous anesthésie locorégionale. La possibilité d'en faire un lambeau sensible est également un autre de ses avantages. Les qualités mécaniques du revêtement apporté sont satisfaisantes, même si l'épaisseur du lambeau varie considérablement d'un sujet à l'autre, étant générale-

ment plus épais dans le sexe féminin. Les inconvénients du lambeau antébrachial postérieur tiennent à la surface relativement modeste utilisable et à la relative brièveté du pédicule.

La rançon esthétique est toujours acceptable lorsque la fermeture primaire a pu être réalisée. Elle nous semble plus discutable lorsqu'une greffe est nécessaire pour couvrir le site donneur, *a fortiori*, si cette greffe déborde sur la face externe de l'avant-bras.

Enfin, parmi ces inconvénients figure également l'anesthésie ou l'hypoesthésie de la face postéro-externe de l'avant-bras, en raison du sacrifice nécessaire du nerf cutané antébrachial postérieur.

Lambeaux musculaires de grand dentelé

Tous les lambeaux musculaires libres décrits dans la littérature pourraient être théoriquement discutés ici. Toutefois, en matière de couverture des pertes de substance de la main, le cahier des charges impose de disposer d'un lambeau plat et peu charnu. Le lambeau musculaire de grand dentelé décrit par Harry Buncke répond parfaitement à ces impératifs [9, 10].

Comme nous le reverrons, la couverture de défects étendus de la paume de la main est l'une des rares circonstances pouvant faire discuter le recours à un tel lambeau musculaire libre.

Les avantages mécaniques conférés par ce type de couverture peuvent justifier ce choix.

Anatomie

Le muscle grand dentelé est formé de multiples digitations s'insérant sur les neuf premières côtes et le bord interne de l'omoplate. Ses digitations proximales sont vascularisées par l'artère mammaire externe. Ses digitations distales sont vascularisées par l'artère du grand dentelé qui naît avec l'artère thoracodorsale de l'artère subscapulaire (figure 9.111a).

Seules les dernières digitations étant prélevables en lambeau libre, ce sont ces derniers vaisseaux qui seront utilisés lors du transplant.

L'innervation est assurée par le nerf du grand dentelé, branche collatérale du plexus brachial. Ce prélèvement musculaire n'est licite qu'à condition de ménager l'innervation des digitations restantes pour éviter tout *scapulum-alatum* post-opératoire.

Techniques chirurgicales

Le prélèvement du lambeau s'effectue facilement en décubitus latéral, l'avant-bras reposant sur un appui pour maintenir le bras en abduction antépulsion (figure 9.111b à e).

Le bord antérieur du grand dorsal est repéré et l'incision est tracée sur la peau suivant d'abord, dans sa partie proximale, le bord antérieur du grand dorsal pour s'infléchir ensuite en avant selon un trajet arciforme à concavité antérieure. L'incision devient ainsi progressivement parallèle à l'axe de la huitième côte.

L'exposition commence par le décollement de la valve antérieure de l'incision qui expose la partie antérieure des digitations distales du grand dentelé. En arrière, en réclinant le bord antérieur du grand dorsal, on expose facilement l'artère du grand dentelé ainsi que celle destinée au muscle grand dorsal. Une fois ces vaisseaux repérés et mis sur lac, la dissection musculaire proprement dite débute par l'individualisation des digitations distales.

Suivant les impératifs locaux au niveau du site donneur, une, deux ou trois digitations pourront être prélevées, les 7e, 8e et 9e digitations étant habituellement concernées par ce prélèvement.

Après repérage du bord proximal de la digitation la plus apicale, il est facile de décoller au doigt la face profonde du muscle. À ce niveau existe un plan de clivage naturel. En prolongeant ce décollement en avant, on accède aux insertions costales du grand dentelé qui vont être sectionnées. De la même façon, en prolongeant en arrière le décollement de la face profonde, on accède aux insertions de ce muscle sur l'omoplate. Ces insertions sont à leur tour sectionnées.

La dissection va alors se poursuivre au bord proximal de la plus apicale des digitations en identifiant le point de pénétration du pédicule vasculaire et nerveux. Lorsque le lambeau est utilisé uniquement comme lambeau de couverture, le nerf est sectionné au point exact où il pénètre dans le lambeau musculaire. En revanche, lorsque l'on a planifié d'utiliser ce lambeau comme transfert musculaire actif, il va être nécessaire d'identifier le fascicule destiné à l'innervation motrice des digitations relevées puis de réaliser une intra-neurodissection progressive, menée de distal en proximal afin de ménager avec certitude l'innervation des digitations restantes.

La dissection du pédicule vasculaire proprement dit est réalisée selon un schéma similaire mené de distal en proximal, séparant pas à pas les branches musculaires destinées aux digitations laissées en place. Lorsqu'un court pédicule vasculaire est suffisant, le clampage définitif du pédicule vasculaire s'effectuera immédiatement après la naissance de l'artère thoracodorsale.

En revanche, lorsqu'un long pédicule est nécessaire il est possible de sectionner le rameau destiné au grand dorsal et de poursuivre la dissection en proximal jusqu'à l'artère subscapulaire.

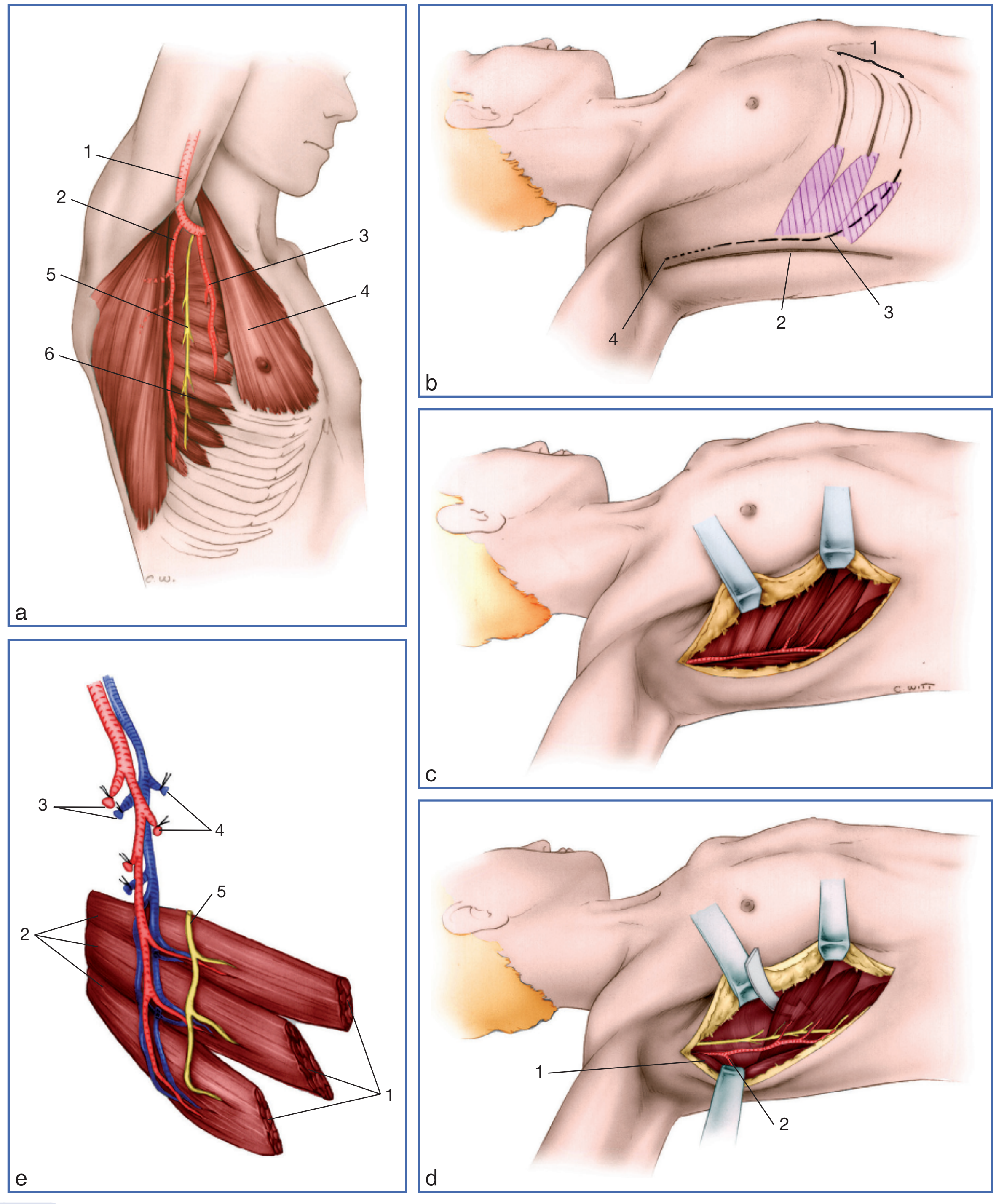


Figure 9.111

Lambeau libre de muscle grand dentelé.

a. Anatomie vasculaire. 1. Artère axillaire. 2. Artère thoracodorsale. 3. Artère du grand dentelé. 4. Muscle grand pectoral. 5. Muscle grand dorsal ; 6. Nerf du grand dentelé.

b. Planification d'un lambeau de grand dentelé. 1. Repérage des 7e, 8e, 9e digitations. 2. Bord antérieur du muscle grand dorsal. 3. Incision cutanée. 4. Prolongement proximal axillaire de l'incision, nécessaire lorsque le lambeau doit disposer d'un long pédicule, imposant la dissection de l'artère sous-scapulaire.

c. Premier temps opératoire. Soulèvement de la berge antérieure de l'incision, exposition des trois dernières digitations. L'artère du grand dentelé est visible.

d. Clivage de la face profonde du lambeau, exposition des insertions costales antérieures. 1. Pédicule artériel du lambeau. 2. Artère thoracodorsale.

e. Aspect du muscle prélevé. 1. Digitations musculaires, insertions costales. 2. Insertions scapulaires. 3. Ligature des vaisseaux thoracodorsaux. 4. Ligature des branches destinées aux digitations proximales. 5. Section du nerf du grand dentelé au niveau du bord proximal de la 7e digitation.

Variantes techniques

Il est possible de prélever en monobloc le muscle grand dentelé et le muscle grand dorsal sur un pédicule vasculaire unique. Ceci est réalisé lorsque de très vastes défects sont à couvrir au membre inférieur et a peu d'implications pratiques au niveau de la main. La possibilité théorique d'utiliser ce lambeau en transfert musculaire actif a été signalée plus haut. Au niveau de la main, ce type de lambeau peut être réalisé pour resurfacer dans le même temps un défect de la paume de la main et réanimer les thénariens externes.

Avantages et inconvénients

Le premier avantage de ce site donneur est la très grande longueur de pédicule disponible, à condition de poursuivre la dissection dans le creux axillaire jusqu'à l'artère subscapulaire.

En second lieu, selon les constatations locales au niveau du site receveur, il est possible de prélever à la demande une, deux ou trois digitations de ce muscle. Il est également possible d'accentuer le clivage naturel existant entre chacune des digitations pour disposer de sous-unités musculaires indépendantes. On peut ainsi envisager la couverture par deux sous-unités distinctes de la première commissure et de la paume de la main (figure 9.112).

Enfin, c'est la minceur de ce muscle qui en fait l'un des rares lambeaux musculaires à être utilisable pour la couverture de pertes de substance au niveau de la main. Nous reverrons que l'une de ses destinées électives est la couverture des défects palmaires où la stabilité du revêtement apporté est un atout mécanique essentiel. L'inconvénient théorique de ce type de prélèvement tient en sacrifice des digitations distales du grand dentelé.

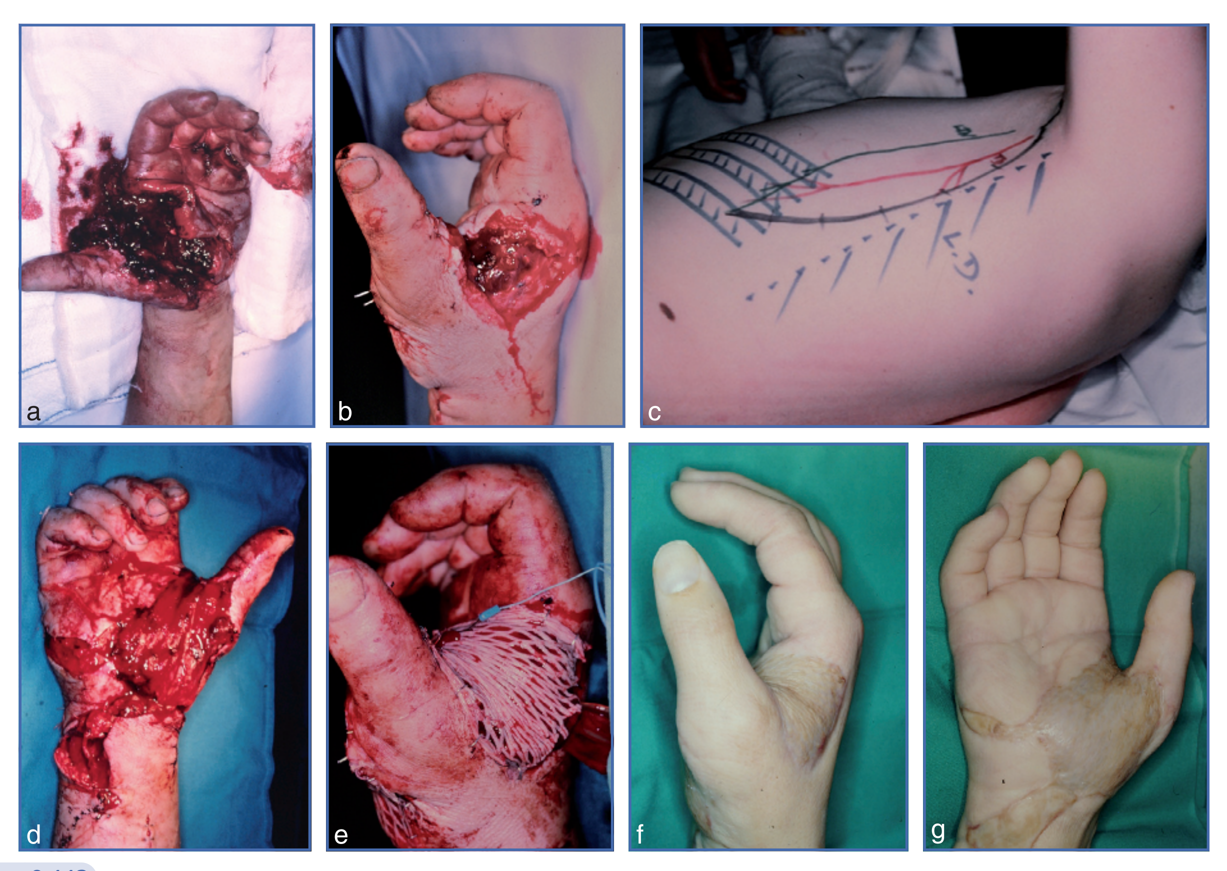


Figure 9.112

Utilisation du lambeau musculaire libre de grand dentelé (observation Pr Voche).
a, b. Perte de substance complexe de la première commissure, destruction des thénariens externes, section de la branche motrice thénarienne, perte de substance segmentaire sur l'artère radiale.
c. Planification d'un lambeau musculaire libre de grand dentelé.
d. Le lambeau de grand dentelé est en place, reconstruisant éminence hypothénar et première commissure.
e. Couverture immédiate du lambeau par une greffe fenêtrée, le nerf du muscle grand dentelé a été suturé à la branche motrice thénarienne pour en faire un lambeau musculaire actif. Le branchement vasculaire est en terminolatéral sur l'artère cubitale.
f, g. Résultat.

À condition de ménager méticuleusement l'innervation du grand dentelé restant, ce sacrifice n'entraîne aucun préjudice fonctionnel post-opératoire.

Lambeau de fascia temporopariétal

Le lambeau de fascia temporopariétal a été récemment introduit dans l'arsenal des moyens de couverture utilisables pour la main [2-4]. Il apporte un tissu d'une grande finesse qui peut s'avérer utile pour la couverture de certaines zones topographiques.

Anatomie du site donneur

L'artère temporale superficielle est une branche de l'artère carotide externe. À son origine elle se situe entre les lobes superficiel et profond de la parotide au contact du nerf facial. Elle émerge ensuite de la parotide, en un point situé en dehors de l'articulation temporomandibulaire. Elle donne alors trois branches collatérales qui sont l'artère transverse de la face, l'artère zygomaticomalaire et l'artère temporale profonde moyenne (figure 9.113).

L'artère transverse de la face naît à hauteur du col du condyle et se porte en avant au-dessous de l'arcade zygomatique pour se terminer dans la joue. L'artère zygomaticomalaire se détache de l'artère temporale superficielle à hauteur de l'arcade zygomatique et se dirige, en avant, au-dessus de cette arcade pour se terminer dans la partie externe de l'orbiculaire des paupières, où elle s'anastomose avec la palpébrale supérieure. L'artère temporale profonde moyenne est inconstante et naît au niveau de l'arcade zygomatique pour gagner le muscle temporal à travers l'aponévrose temporale.

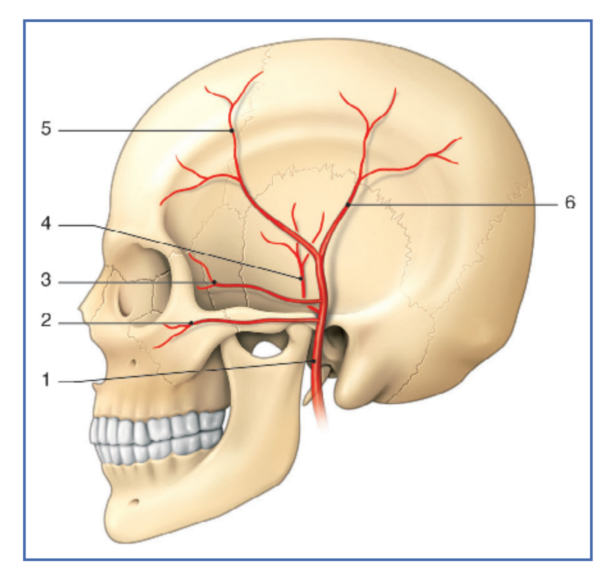


Figure 9.113

Lambeau de fascia temporal superficiel. Bases anatomiques.
1. Artère temporale superficielle. 2. Artère transverse de la face. 3. Artère zygomaticomalaire. 4. Artère temporale profonde moyenne. 5. Branche antérieure terminale (frontale) de l'artère temporale superficielle. 6. Branche postérieure terminale (pariétale) de l'artère temporale superficielle.

L'artère temporale superficielle se termine en donnant deux branches terminales. La branche antérieure ou frontale se porte en avant et en haut tandis que la branche postérieure ou pariétale se porte directement en haute.

Le calibre de l'artère temporale superficielle est de l'ordre de 1,8 à 2, 7 mm à son origine, et sa longueur « utile » est de l'ordre de 3 à 4 cm.

La veine temporale superficielle est elle aussi d'un calibre approprié pour des sutures microchirurgicales (2, 1 à 3, 3 mm), elle se situe habituellement en avant de l'artère, à moins d'un centimètre d'elle. La veine temporale superficielle est rejointe par la veine maxillaire pour former ensuite la veine rétromandibulaire qui se draine à son tour dans la veine jugulaire externe.

Le nerf auriculotemporal est une branche sensitive du trijumeau; il se situe en arrière des vaisseaux temporaux superficiels et au-dessus du fascia temporal superficiel.

Le fascia temporal superficiel est une fine couche de tissu conjonctif qui est l'un des composants du SMAS (système musculoaponévrotique superficiel). Il est situé immédiatement au-dessous du plan des follicules pileux du cuir chevelu. Ce fascia temporal superficiel est séparé du plan du fascia temporal profond sous-jacent par un plan de décollement de tissu aréolaire lâche. En revanche, en surface, les connexions sont étroites entre ce *fascia temporalis* superficiel et le plan fibrograisseux sous-dermique contenant les follicules pileux, ces connexions devenant de plus en plus étroites au fur et à mesure que l'on progresse de l'arcade zygomatique vers le vertex. Les connexions vasculaires sont également très denses entre ce plan du fascia temporal superficiel et le plexus sous-dermique. L'épaisseur du fascia temporal superficiel est de l'ordre de 2 mm, la surface disponible est de forme triangulaire, avec une dimension maximale qui peut atteindre une quinzaine de centimètres.

Technique de dissection d'un lambeau libre de fascia temporal superficiel

L'intervention débute par le tracé sur la peau de la surface théorique du lambeau et du trajet des vaisseaux temporaux superficiels. L'exposition sera réalisée par une incision en Y dont la branche verticale est prétragienne (figure 9.114). Le point d'angle de l'incision se situe approximativement à hauteur de la division de l'artère temporale superficielle en ses deux branches terminales frontale et pariétale.

La première étape du prélèvement consiste à repérer et disséquer les vaisseaux temporaux superficiels dans la région prétragienne. L'artère temporale superficielle est dis-

séquée en premier ; ses branches collatérales (artère transverse de la face et artère zygomaticomalaire) sont repérées à ce stade et sectionnées entre deux Ligaclip® (figure 9.115).

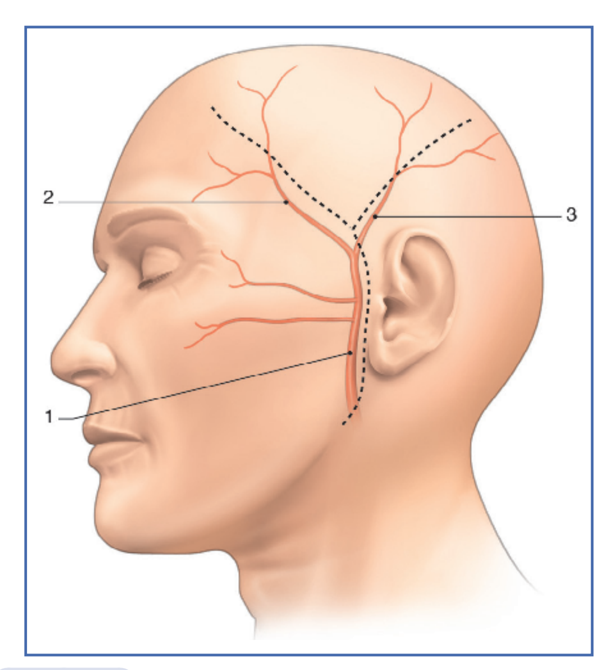


Figure 9.114

Lambeau de fascia temporal superficiel. Planification préopératoire. Le tracé sur la peau s'effectue en Y délimitant trois lambeaux de cuir chevelu.
1. Artère temporale superficielle. 2. Branche antérieure terminale (frontale) de l'artère temporale superficielle. 3. Branche postérieure terminale (pariétale) de l'artère temporale superficielle.

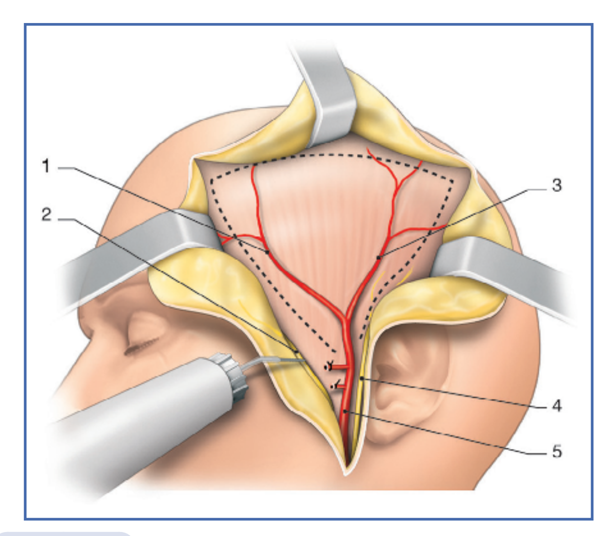


Figure 9.115

Lambeau de fascia temporal superficiel. Exposition du fascia temporal superficiel par soulèvement des trois lambeaux de cuir chevelu.
1. Branche antérieure (frontale) de l'artère temporale superficielle. 2. Branche frontale du nerf facial. 3. Branche postérieure (pariétale) de l'artère temporale superficielle. 4. Nerf auriculotemporal. 5. Artère temporale superficielle.

La dissection va ensuite s'effectuer dans le sens du flux artériel, soit en direction céphalique. Le plan de clivage avec le derme est en effet plus facile à identifier en proximal alors que cette dissection s'avère de plus en plus difficile lorsqu'on progresse en direction céphalique. En effet, plus on progresse distalement, en direction des régions frontale ou pariétale, plus les connexions vasculaires et fibreuses entre le derme et le plan sous-cutané d'une part, le fascia temporal superficiel d'autre part sont denses. L'usage extensif de la coagulation bipolaire est nécessaire durant cette dissection qui est toujours consommatrice de temps. L'opérateur doit trouver le bon compromis entre une dissection trop superficielle qui risque alors d'endommager les follicules pileux et une dissection trop profonde qui pourrait léser le réseau vasculaire temporal. Lors du soulèvement du lambeau cutané le plus antérieur, la dissection rencontre la branche frontale du nerf facial. L'usage d'un neurostimulateur permet de faciliter son identification, ce rameau devant ensuite être méticuleusement respecté. En arrière des vaisseaux temporaux superficiels, le nerf auriculotemporal est lui aussi identifié. Purement sensitif, il peut être inclus sans inconvénient dans le lambeau.

Une fois obtenu le décollement complet des trois lambeaux cutanés de cuir chevelu, lorsque la totalité de la surface requise de fascia temporal est exposée, il devient possible d'inciser les berges du lambeau, puis de le soulever du plan du fascia temporal profond (figure 9.116). Au fur et à mesure de cette dissection menée de manière rétrograde, le muscle temporal devient visible. Cette étape

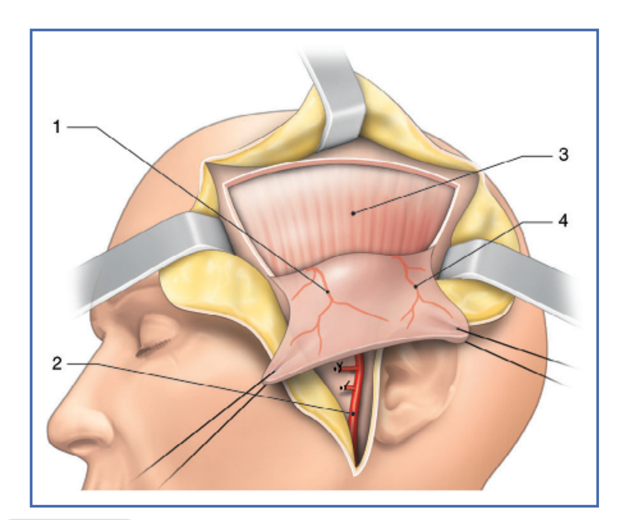


Figure 9.116

Lambeau de fascia temporal superficiel. Clivage entre fascia temporal superficiel et profond.
1. Branche antérieure (frontale) de l'artère temporale superficielle. 2. Artère temporale superficielle. 3. Muscle temporal. 4. Branche postérieure (pariétale) de l'artère temporale superficielle.

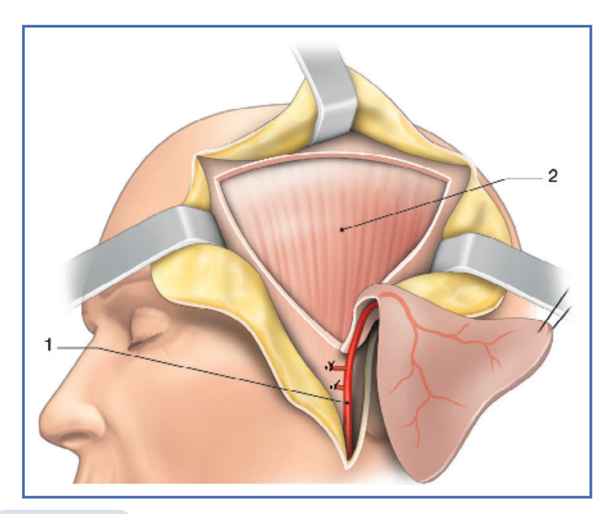


Figure 9.117

Lambeau de fascia temporal superficiel. Isolement en îlot du fascia temporal.
1. Artère temporale superficielle. 2. Muscle temporal.

est habituellement facile, car il existe ici un plan de clivage avasculaire. La dissection se termine par un isolement en îlot du lambeau sur les vaisseaux temporaux superficiels qui peuvent être suivis jusqu'à l'émergence parotidienne (figure 9.117).

Le branchement sur le site receveur s'effectue de manière conventionnelle. Insistons ici sur la nécessité d'une hémostase parfaite à la coagulation bipolaire, condition indispensable pour réaliser la couverture d'emblée de l'ensemble du lambeau par une greffe de peau mince.

Variantes techniques

De multiples variantes ont été proposées à ce lambeau. Il est ainsi possible de réaliser des lambeaux bifoliés pour répondre à la géométrie particulière d'un site receveur. Cette variante est obtenue par la séparation de deux territoires de fascia correspondant à chacune des deux branches terminales de l'artère temporale superficielle. La réalisation de lambeaux composites « fascia + os » a également été proposée, basés sur l'existence de rameaux perforants à destinée osseuse. Cette variante a toutefois peu d'indications potentielles en chirurgie de la main.

Avantages et inconvénients

Au nombre des avantages de ce lambeau figure en premier lieu son extrême finesse, qui en fait un moyen idéal de resurfaçage de la face dorsale de la main par exemple (figure 9.118), mais aussi pour certains resurfaçages des membres [10, 11]. C'est aussi cette minceur du revêtement apporté qui a conduit à proposer son utilisation comme lambeau de resurfaçage ou d'enveloppement pour des lésions digitales [3, 6]. C'est aussi la finesse de ce lambeau et ses qualités supposées de « tissu de glissement » qui ont pu le faire proposer comme lambeau d'enveloppement après certaines ténolyses difficiles, dans le but de prévenir la récidive d'adhérences cicatricielles [1]. Il faut toutefois nuancer ce bilan des avantages esthétiques en soulignant que ce lambeau est couvert par une greffe de peau mince, avec un aspect final qui varie donc selon la qualité de la peau greffée et le degré de prise de la greffe. L'absence de séquelle visible au niveau du site donneur figure aussi parmi les avantages de cette technique, à condition toutefois que le prélèvement parvienne à éviter toute alopécie séquellaire. *A contrario*, l'exigence technique de la dissection du site donneur, surtout pour un chirurgien de la main peu familiarisé avec cette région figure au rang des inconvénients de ce lambeau.

Stratégie et indication dans les grandes pertes de substance de la main

Le lambeau idéal de couverture devra être sélectionné au stade de l'urgence en fonction de multiples impératifs. La topographie et les caractéristiques de la perte de substance seront prises en compte au même titre que le programme de reconstruction ultérieure. L'âge du patient, son sexe, ses besoins fonctionnels sont également pris en considération. Tous les lambeaux pédiculés sont réalisés dès le stade de l'urgence et l'expérience de l'opérateur est mise à profit pour réaliser d'emblée un parage suffisant (figure 9.119 et tableau 9.3).

En ce qui concerne les lambeaux libres, nous ne réalisons la couverture en urgence vraie que lorsqu'une réparation associée qui vient d'être effectuée impose impérativement une couverture immédiate. Dans tous les autres cas, il nous semble toujours possible de différer de 24 à 72 heures ce temps de couverture par lambeau libre. Ce délai est mis à profit pour planifier dans de bonnes conditions un geste chirurgical de plusieurs heures. Lors de ce deuxième temps de couverture, la justesse du parage peut être alors réévaluée et un parage complémentaire réalisé si nécessaire.

Figure 9.118

Lambeau de fascia temporal superficiel : cas clinique (observation Dr J. Vialaneix).
a. Main droite de portière, perte de substance cutanée et de l'appareil extenseur des doigts longs.
b. Exposition du fascia temporal superficiel par la voie en Y habituelle.
c. Le lambeau prêt à être revascularisé par suture terminolatérale avec l'artère radiale.
d, e. Résultat esthétique et fonctionnel. Le résultat aurait été encore meilleur avec l'usage d'une greffe continue plutôt qu'en filet.
f. Aucune séquelle visible sur le site donneur.

Figure 9.119

Zones topographiques pour le choix hiérarchique d'un lambeau de couverture.

Tableau 9.3. Indications des différentes techniques de reconstruction des grandes pertes de substance de la main.

Localisation des lésions	1er choix de couverture	Autres solutions
Zone 1 : lésions multidigitales palmaires ou dorsales	Lambeau « chinois » à pédicule distal décroisé	Lambeau antibrachial libre Lambeau « dos du pied » libre
Zone 2 : lésions palmaires étendues	Lambeau antibrachial à pédicule distal ou grand dentelé libre	IOP (perte de substance proximale) cubitodorsal pédiculé (unité fonctionnelle hypothénarienne)
Zone 3 : 1re commissure (palmaire et dorsale)	Lambeau IOP	
Zone 4 : face dorsale de la main et des métacarpophalangiennes et face dorsale du pouce	Lambeau IOP	Lambeau antibrachial en îlot Lambeau libre cutané (parascapulaire)
Zone 5 : face dorsale du poignet	Lambeau cubitodorsal	Lambeau antibrachial à pédicule distal Lambeau libre cutané Lambeau inguinal pédiculé
Zone 6 : face palmaire du poignet	Lambeau IOP	Lambeau cubitodorsal Lambeau libre cutané (parascapulaire)

En revanche, nous avons totalement abandonné la couverture différée de ces grandes pertes de substance. Godina [21] et Lister [33] ont clairement démontré que la réalisation à distance de transferts tissulaires libres souffrait d'un plus haut risque de complications vasculaires. De plus, ces couvertures différées créent les conditions favorables au développement d'un bourgeon cicatriciel dont l'involution fibreuse est à même de grever lourdement le pronostic fonctionnel.

Dans la mesure où les facteurs personnels tenant à l'âge et aux préoccupations esthétiques d'un patient peuvent être difficilement schématisés, nous limiterons cette discussion des indications aux données topographiques et aux caractéristiques de la perte de substance.

Couverture des pertes de substance polydigitales (zone 1)

Lorsqu'une perte de substance étendue affecte un doigt isolé, il est la plupart du temps possible de trouver une solution locale de couverture faisant au besoin appel à un doigt voisin comme site donneur d'un lambeau *cross-finger*.

De la même façon, la combinaison d'un lambeau prélevé sur le dos de la main et de lambeaux homodigitaux au doigt croisé peut suffire à couvrir des pertes de substance concernant deux doigts distincts (voir « Petites pertes de substance »). En revanche, lorsque deux ou trois doigts, ou plus, sont conjointement concernés par une perte de substance étendue, il n'existe plus souvent aucune solution locale de couverture. Dans ces conditions, le recours à un lambeau à distance s'impose. Pour ces lésions polydigitales, qu'elles soient dorsales ou palmaires, notre premier choix technique est actuellement représenté par le lambeau antébrachial en îlot à pédicule distal. Pour cette destination, ce lambeau devra impérativement être « décroisé » afin de disposer d'un pédicule long, avec un point pivot au sommet du premier espace interosseux, l'autorisant à atteindre les chaînes digitales. Au prix de ce décroisement, ce lambeau peut atteindre, tant la face palmaire que la face dorsale des doigts, et couvrir des lésions polydigitales au prix d'une syndactylisation de nécessité.

La séparation s'effectuera ensuite doigt par doigt en respectant un délai d'autonomisation de 15 jours minimum entre chaque doigt et en débutant par le sevrage du doigt le plus éloigné du point de pénétration pédiculaire dans le lambeau. Pour ce type de destination, le lambeau interosseux postérieur ne peut pas être utilisé car son arc de rotation ne l'autorise pas à dépasser le niveau des métacarpophalangiennes. Dans notre expérience, l'usage du lambeau antébrachial « décroisé » a totalement détrôné, pour ce type de défect, le lambeau inguinal de Mac Gregor dont l'épaisseur constitue pour les chaînes digitales un handicap difficilement tolérable.

Couverture des pertes de substance étendues de la paume de la main (zone 2)

Pour la couverture de cette région, la plupart des lambeaux pédiculés décrits précédemment peuvent être utilisés. Seul le « lambeau chinois » dispose toutefois d'un arc de rotation l'autorisant à atteindre en distal la zone commissurale, et se prête donc à la couverture de perte de substance totale ou subtotale de la paume de la main.

Lorsque la perte de substance cutanée palmaire se limite à la portion proximale de la paume, en amont du pli de flexion palmaire proximal, le choix d'un lambeau interosseux postérieur s'imposerait préférentiellement au « lambeau chinois » en raison de sa moindre morbidité.

Le lambeau cubital en îlot de Becker a une place limitée pour ces pertes de substance palmaire. En effet, les limites imposées au prélèvement interdisent à ce lambeau d'être taillé selon les dimensions de l'une des unités fonctionnelles palmaires. Il est également incapable d'assurer la couverture d'une perte de substance étendue à toute la paume de la main. Enfin, le lambeau en îlot sur l'artère cubitale resterait une solution théorique si l'arcade palmaire superficielle était intacte. Mais nous avons mentionné, lors de la description de ce lambeau, qu'il ne s'agissait en aucun cas pour nous d'un premier choix car le sacrifice de l'artère cubitale nous semble discutable.

En dehors de ces possibilités de couverture offertes par les lambeaux pédiculés, la plupart des lambeaux libres peuvent être proposés pour la couverture de la paume de la main. Toutefois, nous avons évolué résolument pour ce type de destination vers le choix d'un lambeau musculaire, en l'occurrence le muscle grand dentelé. Ce choix nous semble justifié par les avantages mécaniques que procure ce type de couverture. Une fois couverte d'une greffe de peau mince, la paume de la main ainsi reconstruite offre une stabilité mécanique lors de la prise supérieure à celle apportée par un lambeau cutané traditionnel.

Tous les lambeaux cutanés, y compris les lambeaux pédiculés précités, souffrent d'une instabilité qui tend à les faire déraper lors des prises digitopalmaires, le revêtement cutané bougeant sans cesse sur sa charnière de tissu sous-cutané. Cet excès de mobilité peut être très handicapant chez un travailleur manuel. L'épaisseur du lambeau n'est pas un inconvénient lorsque l'on utilise le grand dentelé car ce muscle est naturellement mince et s'atrophiera sous les effets de la dénervation, reconstruisant une paume de contours acceptables.

Enfin, lorsque la couverture de la paume de la main a été réalisée par un tel lambeau musculaire, on dispose pour les reconstructions ultérieures par greffes tendineuses d'un excellent lit d'accueil.

Pertes de substance étendues de la première commissure (zone 3)

Lorsqu'une perte de substance étendue concerne la première commissure, notre premier choix technique est représenté par le lambeau interosseux postérieur à pédicule distal ; il souffre peu de discussion. L'arc de rotation autorise parfaitement ce lambeau à venir couvrir les deux versants dorsaux et palmaires de la première commissure. Un lambeau de petite taille est en général suffisant et la fermeture primaire du site donneur habituellement possible.

La peau apportée a la finesse requise pour reconstruire cette zone commissurale. Cette solution représentée par le lambeau interosseux postérieur a progressivement éclipsé toutes les autres solutions de couverture.

Pertes de substance du dos de la main et des métacarpophalangiennes à l'exception du poignet (zone 4)

Pour cette destination également, le lambeau interosseux postérieur est notre premier choix de couverture.

Réalisable en un temps, il apporte une peau fine, de qualité et autorise toutes les reconstructions sous-jacentes. L'arc de rotation du lambeau interosseux postérieur ne l'autorise toutefois pas à dépasser le niveau de l'unité fonctionnelle des métacarpophalangiennes. Lorsqu'une telle perte de substance déborde sur la face dorsale de la chaîne digitale, ce lambeau interosseux postérieur ne sera plus utilisable et le recours à un lambeau antébrachial à pédicule distal s'imposera. Enfin, il importe également que le poignet et la région de la radiofubitale inférieure soient vierges de toute lésion ou contusion susceptible de compromettre les anastomoses distales alimentant *a contrario* ce lambeau interosseux postérieur. S'il existe une contre-indication à la réalisation de ce lambeau en îlot, notre second choix se porte vers un lambeau cutané libre de couverture. Dans sa version « moderne », reposant sur la dissection des perforantes cutanées, le lambeau inguinal est certainement notre premier choix en raison de la discrétion des séquelles cicatricielles. Il entre en concurrence avec le lambeau de fascia temporal superficiel, convenant pour des pertes de substance relativement limitées en étendue, à condition que le chirurgien soit familiarisé avec ce site donneur.

Lorsque la perte de substance est strictement limitée à la face dorsale, le branchement d'un tel lambeau est en général aisé, s'effectuant sur l'un des deux axes radial ou cubital au poignet, en terminolatéral.

Pertes de substance dorsale du poignet (zone 5)

L'existence d'un défect étendu dans la partie proximale du dos de la main et dans la région du poignet interdit l'usage d'un lambeau interosseux postérieur en raison du risque d'interruption des anastomoses distales. C'est dans ce type de défect que le lambeau cubital de Becker trouve l'une de ses rares indications, à condition que la perte de substance n'atteigne pas le point d'émergence de l'artère nourricière du lambeau.

Lorsque ce lambeau cubital de Becker ne peut lui-même être utilisé, seront discutés dans l'ordre hiérarchique, un lambeau antébrachial à pédicule distal, un lambeau libre cutané ou un lambeau inguinal pédiculé.

Pertes de substance palmaire du poignet (zone 6)

Les traumatismes de la face palmaire du poignet comportent, en général, une section des éléments vasculaires (artère radiale, artère cubitale). Le premier choix technique de couverture est représenté pour ce type de destination par le lambeau interosseux postérieur à condition que la face dorsale du poignet soit elle-même vierge de toutes lésions. Lorsque la perte de substance ne s'étend pas vers le bord cubital du poignet, un lambeau cubitodorsal en îlot est également utilisable pour la couverture de ces défects palmaires du poignet.

En cas de défects largement étendus à la face palmaire de l'avant-bras, ou lorsque le lambeau interosseux postérieur n'est lui-même pas utilisable, notre premier choix de couverture sera représenté par un lambeau libre cutané (lambeau parascapulaire) qu'il est possible de brancher sur l'un des deux axes radial ou cubital en terminolatéral.

Références

[1] Allen EV. Thromboangitis obliterans. Method of diagnosis of chronic occlusive arterial lesions distal to the wrist with illustrative cases. Am J Med Sci 1929 ; 178 : 237–44.
[2] Bakamjian YY. A two staged method for pharyngo-oesophageal reconstruction with a primary pectoral skin flap. Plast Reconst Surg 1965 ; 36 : 173.
[3] Becker C, Gilbert A. Lambeau antébrachial des branches distales de l'artère cubitale. In : Monographie du GEM. Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur. Paris : Expansion scientifique française ; 1990. p. 102.
[4] Biemer E, Stock W. Total thumb reconstruction : a one stage reconstruction using an osteocutaneous forearm flap. Br J Plast Surg 1983 ; 36 : 52–5.
[5] Biswas G, Lohani I, Chari PS. The sandwich temporoparietal free fascial flap for tendon gliding. Plast Reconstr Surg 2001 ; 108 : 1639–45.
[6] Braun FM. Le lambeau antébrachial libre ou en îlot en chirurgie de la main. Thèse de médecine (Strasbourg) 1984 ; .
[7] Braun FM, Hoang Ph, Merle M, Van Genechten F, Foucher G. Technique et indication du lambeau antébrachial en chirurgie de la main. À propos de 33 cas. Ann Chir Main 1985 ; 4 : 85–97.
[8] Brent B, Upton J, Acland RD, Shaw WW, Finseth FJ, et al. Experience with the temporoparietal fascial free flap. Plast Reconstr Surg 1985 ; 76 : 177–88.
[9] Brody GA, Buncke HJ, Alpert BS, Hing DN. Serratus anterior muscle transplation for treatment of soft tissue defects in the hand. J Hand Surg 1990 ; 15A : 322–7.
[10] Buncke HJ, Alpert BS, Gordon L. Serratus anterior microvascular transplantation. In : Presented at the American Association of Plastic Surgeous, 61 st Annual meeting ; Colorado : Colorado Springs ; 1982.
[11] Chang TS, Wang W. Application of microsurgery in plastic and reconstructive surgery. J Reconst Microsurg 1984 ; 1 : 55–63.

[12] Chow JA. The groin flap in reparative surgery of the hand. Plast Reconstr Surg 1986 ; 77(3) : 421–6.

[13] Chowdary RP. Use of temporoparietal fascia free flap in digital reconstruction. Ann Plast Surg 1989 ; 23 : 543–6.

[14] Cormack GC. Le lambeau antébrachial de la branche cutanée proximale de l'artère radiale. In : Monographies du GEM. Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur. Paris : Expansion scientifique française ; 1990.

[15] Daniel RK, Taylor GI. Distant transfer of an island flap by microvascular anastomoses : a clinical technique. Plast Reconstr Surg 1973 ; 52 : 111–7.

[16] Dautel G, Merle M, Borrelly J, Michon J. Variations anatomiques du réseau vasculaire de la première commissure dorsale. Applications au lambeau cerf-volant. Ann Chir Main 1989 ; 8 : 53–9.

[17] Dos Santos LF. The scapular flap. Plast Reconstr Surg 1982 ; 69 : 601.

[18] Foucher G, Van Genechten F, Merle M, Michon J. A compound radial artery forearm flap in hand surgery. An original modification of the chinese forearm flap. Br J Plast Surg 1984 ; 37 : 139–48.

[19] Foucher G, Merle M. Lambeau antébrachial de l'artère radiale en chirurgie de la main. In : Monographies du GEM. Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur. Paris : Expansion scientifique française ; 1990. p. 72.

[20] Gilbert A, Teot L. The free scapular flap. Br J Plast Surg 1982 ; 35 : 2–7.

[21] Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. Plast Reconst Surg 1986 ; 78 : 285–92.

[22] Gomis R, Bonnel F, Allieu Y. Vascularisation du lambeau libre inguinal cutanéo-osseux. Ann Chir Plast 1979 ; 24(3) : 241–51.

[23] Guimberteau JC, Goin JL, Panconi B, Schumacher B. The ulnar reverse forearm flap : about 54 cases. Plast Reconstr Surg 1988 ; 81 : 925–32.

[24] Guimberteau JC, Panconi B, Boileau R. Lambeau antébrachial de l'artère cubitale. In : Monographie du GEM. Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur. Paris : Expansion scientifique française ; 1990. p. 94.

[25] Hamilton SGL, Morrison WA. The scapular free flap. Br J Plast Surg 1982 ; 35 : 2–7.

[26] Hing DN, Buncke HJ, Alpert BS. Use of the temporoparietal free fascial flap in the upper extremity. Plast Reconstr Surg 1988 ; 81 : 534–44.

[27] Hirase Y, Kojima T, Bang HH. Secondary reconstruction by temporoparietal free fascial flap for ring avulsion injury. Ann Plast Surg 1990 ; 25 : 312–6.

[28] Hsu WM, Chao WN, Yang C, Fang CL, Huang KF, et al. Evolution of the free groin flap : the superficial circumflex iliac artery perforator flap. Plast Reconstr Surg 2007 ; 119 : 1491–8.

[29] Jones BM, O'Brien CJ. Acute ischemia of the hand resulting from elevation of a radial forearm flap. Br J Plast Surg 1985 ; 32 : 396–7.

[30] Joshi BB. Neural repair for sensory restoration in a groin flap. The Hand 1977 ; 9(3) : 221–5.

[31] Koshima I, Nanba Y, Tsutsui T, Takahashi Y, Urushibara K, et al. Superficial circumflex iliac artery perforator flap for reconstruction of limb defects. Plast Reconstr Surg 2004 ; 113 : 233–40.

[32] Lin SD, Lai CS, Chin CC. Venous drainage in the reverse forearm flap. Plast Reconst Surg 1984 ; 74 : 508.

[33] Lister G, Scheker L. Emergency free flaps to the upper extremity. J Hand Surg 1988 ; 13A(1) : 22–8.

[34] Logan SE, Alpert BS, Buncke MJ. Free serratus anterior muscle transplantation for hand reconstruction. Br J Plast Surg 1988 ; 41 : 639–45.

[35] Lovie MJ, Duncan GM, Glasson DW. The ulnar artery forearm flap. Br J Plast Surg 1984 ; 37 : 486.

[36] Mac Gregor IA, Simonetta C. Reconstruction of the thumb by composite bone-skin flap. Br J Plast Surg 1964 ; 17(1) : 37–8.

[37] Mac Gregor IA, Jackson IT. The groin flap. Br J Plast Surg 1972 ; 25 : 3–16.

[38] Mac Gregor IA, Morgan G. Axial and random pattern flaps. Br J Plast Surg 1973 ; 26 : 202–13.

[39] Mac Gregor IA. Flap reconstruction in hand surgery : the evolution of presently used methods. J Hand Surg 1979 ; 4(1) : 1–15.

[40] Masquelet AC, Penteado CV. Le lambeau interosseux psotérieur. Ann Chir Main 1987 ; 6(2) : 131–9.

[41] Mimoun M. Le lambeau chinois libre et son retour veineux. Ann Chir Plast 1986 ; 31(3) : 225–30.

[42] Nassif TM, Rocha JR, Bijos PB, Amarante LA. The parascapular flap : a new cutaneous microsurgical free flap. Plast Reconstr Surg 1982 ; 69 : 591–600.

[43] Ohmori K, Harii K. Free dorsalis pedis sensory flap for the hand with microneurovascular anastomoses. Plast Reconstr Surg 1976 ; 58 : 546.

[44] Katsaros J, Schusterman M, Beppu M, Banis M. The lateral upper arm flap : anatomy and clinical applications. Ann Plast Surg 1984 ; 12 : 489–500.

[45] Reyes FA. The fascial radial flap. J Hand Surg 1988 ; 13A(3) : 432.

[46] Rogachefsky RA, Ouellette EA, Mendietta CG, Galpin P. Free temporoparietal fascial flap for coverage of a large palmar forearm wound after hand replantation. J Reconstr Microsurg 2001 ; 17(6) : 421–3.

[47] Schoofs M, Bienfait B, Calteux N, Dachy Ch, Vandermaeren Ch, et al. Le lambeau aponévrotique de l'avant-bras. Ann Chir Main 1983 ; 2 : 197–201.

[48] Schusterman M, Alland RD, Davis JC, Beppu M. The lateral arm flap, an experimental and clinical study. In : Williams HB, editor. Transactions of the VIII international congress of plastic surgery. Montreal : IPRS ; 1983. p. 132.

[49] Shaw DT, Payne RP. One staged tube abdominal flaps. Surg Gynecol Obst 1946 ; 83 : 205.

[50] Song R, Gao Y, Song Y, Yyu, Song Y. The forearm flap. Clin Plast Surg 1982 ; 9 : 21.

[51] Song R, Song Y, Yu Y, Song Y. The upperarm free flap. Clin Plast Surg 1982 ; 8 : 27.

[52] Taylor G, Townsend P, Corlett R. Superiority of the deep circumflex iliac vessels as the supply of for free groin flaps : clinical work. Plast Reconstr Surg 1979 ; 64 : 745–9.

[53] Taylor GI, Corlett R. Refinements of the free iliac osteocutaneous flap designed on the circumflex iliac vessels. Plast Surg Forum 1988 ; 111–85.

[54] Timmons MJ. The vascular basis of the radial forearm flap. Plast Reconstr Surg 1986 ; 77 : 80–92.

[55] Urbaniak J, Koman LA, Goldner RD, Armstrong NB, Nunley JA. The vascularized cutaneous scapular flap. Plast Reconstr Surg 1982 ; 69 : 772–8.

[56] Wee JTK. Drainage veineux dans le lambeau radial antébrachial à pédicule inversé. Considérations anatomiques et physiologiques. Applications chirurgicales. In : Monographie du GEM. Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur. Paris : Expansion scientifique française ; 1990. p. 80.

[57] Whitney TM, Buncke HJ, Alpert BS. The serratus anterior free muscle flap : experience with 100 consecutive cases. Plast Reconstr Surg 1990 ; 86(3) : 481–90.

[58] Woods 4th. JM, Shack RB, Hagan KF. Free temporoparietal fascia flap in reconstruction of the lower extremity. Ann Plast Surg 1995 ; 34 : 501–6.

[59] Zancolli EA, Angrigiani C. Colgajo dorsal de antebrazo ("on isla") (Pediculo de vasos interoseos posteriores). Rev Asoc Arg Orthop Traumatol 1986 ; 51(2) : 161–8.

[60] Zancolli EA, Angrigiani C. Posterior inter-osseous island forearm flap. J Hand Surg 1988 ; 13B(2) : 130–5.

Chapitre 10

Lésions des tendons fléchisseurs

M. Merle, Th. Jager
Avec la collaboration de M. Isel

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Les lésions des tendons fléchisseurs de la main sont fréquentes et exigeantes sur le plan chirurgical.

Verdan et Michon ont créé un véritable séisme dans les sociétés scientifiques en proposant dans les années 1960 leur réparation primaire qui reste à ce jour la base du traitement des plaies de la main [84]. Kleinert [34] améliorera les résultats fonctionnels en proposant une mobilisation précoce protégée. Auparavant, dans les années 1930 Sterling Bunnell [13] considérait que la réparation primaire des tendons fléchisseurs dans le no man's land était vouée à l'échec et les greffes préférables. Cette mutation complète des techniques et la transformation radicale des résultats chirurgicaux qui a suivi, ont été possibles grâce aux très nombreux travaux expérimentaux portant sur la cicatrisation tendineuse, la biomécanique et les techniques de suture.

Les plaies des tendons fléchisseurs doivent être considérées comme de véritables urgences chirurgicales car la qualité des moignons tendineux s'altère en quelques semaines ; de plus, ces lésions sont fréquemment doublées d'atteintes vasculonerveuses qui ne souffrent aucun retard de prise en charge. Rétablir la vascularisation digitale, c'est améliorer entre autres la cicatrisation tendineuse et préserver les espaces de glissement. Réparer le nerf restaure la sensibilité pulpaire indispensable à la fonction et à l'intégration digitale.

Les plaies franches des tendons fléchisseurs sont les grandes bénéficiaires de cette approche thérapeutique qui procure des résultats fonctionnels compatibles avec une reprise du travail entre la 7e et la 9e semaine post-opératoire. La suture primaire est un acte technique minutieux et réfléchi, réalisé par un chirurgien entraîné et éduqué aux méthodes de rééducation. En revanche, l'échec d'une réparation primaire entraîne une incapacité de longue durée variant de 6 mois à un an, avec un résultat clinique médiocre, nécessitant parfois de multiples reprises chirurgicales allant de la simple ténolyse à la ténoarthrolyse et à la greffe en deux temps, voire à l'amputation. Par ailleurs, les dégâts infligés à la gaine fibreuse digitale par une intervention primaire inadaptée compliquent largement les reprises.

L'enjeu fonctionnel et les incidences socioéconomiques imposent que cette chirurgie soit confiée à des praticiens particulièrement entraînés à ces techniques, capables de réparer les lésions associées dans le temps de l'urgence et de coordonner la rééducation ultérieure.

Anatomie, biomécanique et nutrition des tendons fléchisseurs des doigts

Anatomie topographique

Les tendons fléchisseurs des doigts font partie du système musculotendineux qualifié d'« extrinsèque » car insérés à l'avant-bras par opposition aux muscles « intrinsèques » situés tous dans la main.

La connaissance de l'anatomie des tendons fléchisseurs conduit à définir des zones topographiques qui modifient sensiblement la thérapeutique selon le niveau lésionnel.

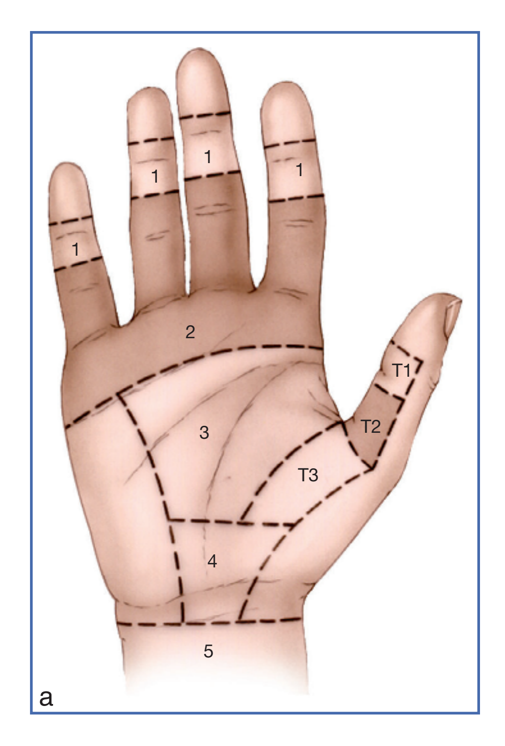
C'est désormais la classification de la Fédération internationale des sociétés de chirurgie de la main (IFSSH, *International Federation of the Societies for the Surgery of the Hand*) qui est adoptée. Elle succède à celle de Verdan et Michon de 1961 [84] qui avait été largement utilisée. La classification de l'IFSSH divise les doigts longs en cinq zones et le pouce en trois (figure 10.1a).

Les fléchisseurs des doigts longs (figure 10.1b)

La zone 1 est comprise entre l'insertion distale du tendon fléchisseur commun superficiel (FCS) et l'insertion distale du tendon fléchisseur commun profond (FCP) qui s'insère à la base de la phalange distale. Il présente à ce niveau une conformation en deux faisceaux principaux réunis à leur face profonde. Le tendon fléchisseur profond est maintenu dans son trajet par deux poulies annulaires A4 et A5 et par une poulie cruciforme C3. On retrouve aussi la *vincula* courte du FCP et la plaque palmaire de l'articulation interphalangienne distale (IPD). Le fléchisseur profond est ici seul dans le canal digital. Cette zone a été subdivisée en trois par Moiemen et Elliot. Cette classification n'a pas de réel caractère pronostique mais informe sur le mode de réparation possible.

La zone 1a correspond à l'insertion distale et aux 7 mm attenants jusqu'à la partie distale de A5. Le moignon tendineux distal est trop court pour une bonne prise des fils de suture : le challenge sera ici la qualité de l'ancrage tendineux.

La zone 1b se trouve entre 1a et l'entrée sous la poulie A4. C'est une zone de suture plus tolérante : le canal digital est plus large et le moignon tendineux de bonne longueur.



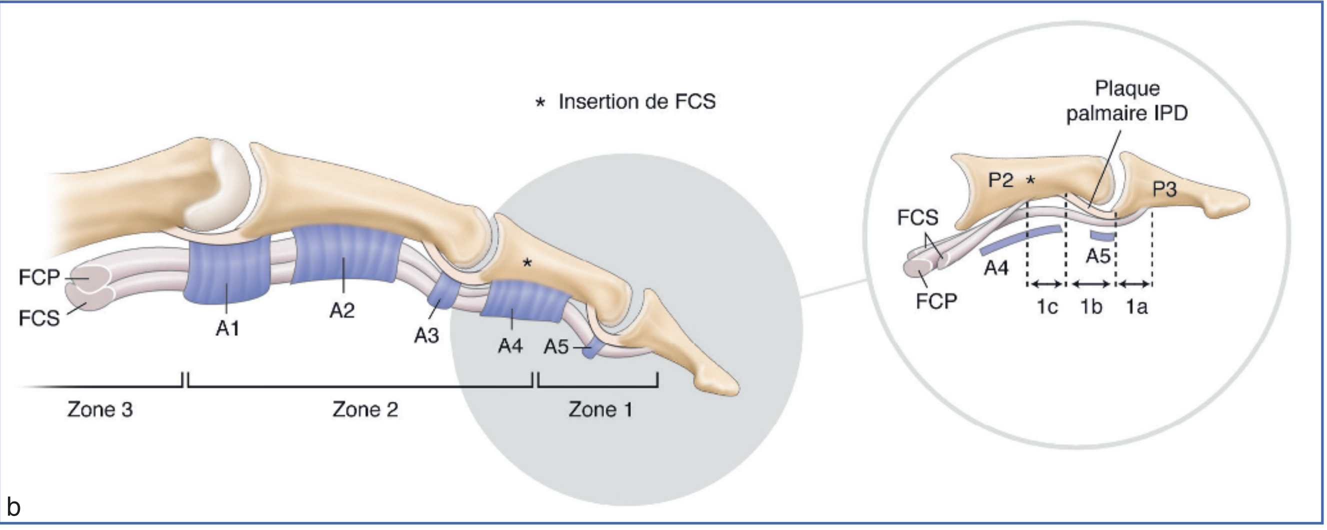


Figure 10.1

a. La classification de l'IFSSH divise les doigts longs en 5 zones et le pouce en 3. La zone 2 est la zone du canal digital ou *no man's land* ou zone 2 de Verdan et Michon.
b. Les zones 1 à 3 et la subdivision de la zone 1 selon Moiemen et Elliott.
b1. La zone 1 est étendue de l'insertion du FCP à l'insertion du FCS.
La zone 2 est située entre insertion du FCS et limite proximale de A1. Dans la zone 3, les fléchisseurs sont entourés d'un environnement paratendineux lâche cellulograisseux.
b2. Subdivisions de la zone 1 selon Moiemen et Elliott.
La zone 1a est située de l'insertion du FCP jusqu'à l'entrée de A5.
La zone 1b où le FCP ne passe que sous la poulie A5 et qui peut être excisée.
Dans la zone 1c, le FCP est seul sous A4 et l'adéquation de calibre parfaite est indispensable.

La zone 1c correspond au passage isolé du FCP sous A4 : c'est une zone de suture exigeante et difficile, apparentée à la zone 2.

La zone 2 encore appelée *no man's land* de Bunnell ou zone 2 de Verdan et Michon, débute en regard du pli palmaire distal, c'est-à-dire à l'entrée du canal digital et se termine à la partie moyenne de la deuxième phalange où se fixe l'insertion des bandelettes du tendon fléchisseur superficiel. Le canal digital est un tunnel

ostéofibreux inextensible formé en arrière par le périoste des deux premières phalanges ainsi que par les plaques palmaires des articulations métacarpophalangiennes (MP) et interphalangiennes proximale (IPP) et distale (IPD). En avant, on trouve les poulies annulaires A1, A2, A3 et les poulies cruciformes C1, C2 qui appliquent les tendons fléchisseurs superficiel et profond contre le squelette.

À la base de la première phalange, le FCS se divise en deux bandelettes qui deviennent latérales puis dorsales par rapport au fléchisseur profond. En regard de l'articulation interphalangienne proximale, les deux bandelettes échangent des fibres, forment le chiasma de Camper et vont ensuite s'insérer à la partie moyenne de la deuxième phalange. Dans le canal digital, l'appareil fléchisseur est enveloppé d'une gaine synoviale favorisant à la fois son glissement et sa nutrition. L'adéquation entre le contenant (appareil des poulies) et le contenu (tendons) est primordiale pour le déplacement tendineux et on note un glissement relatif du FCP par rapport au FCS en fonction des mouvements réalisés : la suture doit être techniquement parfaite et l'excursion tendineuse restaurée le plus rapidement possible.

La zone 3 est délimitée par le bord inférieur du ligament annulaire du carpe et le pli palmaire distal. C'est une zone lâche entourée de paratendons, à l'exception des tendons du 5e doigt qui cheminent dans la gaine synoviale cubitale.

Les muscles lombricaux ont leur attache proximale à ce niveau.

La zone 4 : c'est le canal carpien qui contient les neuf tendons fléchisseurs des doigts et le nerf médian qui est plus superficiel et directement en contact avec le ligament annulaire du carpe. Ce dernier est une véritable poulie de réflexion. Les tendons sont entourés à ce niveau par une gaine synoviale émanant le plus souvent du versant cubital.

La zone 5 : la jonction musculotendineuse, qui siège au niveau du tiers moyen-tiers-inférieur de l'avant-bras, est la limite proximale de la zone 5 ; en distal, elle s'arrête à l'entrée du canal carpien. D'avant en arrière, apparaît la couche musculotendineuse des fléchisseurs superficiels des 3e et 4e doigts puis celle des tendons superficiels des 2e et 5e doigts ; enfin, la couche la plus profonde rassemble les tendons fléchisseurs profonds, parfois réunis en une lame tendineuse large et fusionnée et le long fléchisseur du pouce.

À ce niveau, les tendons fléchisseurs ont une course importante de 60 à 70 mm lorsque le poignet est en dorsiflexion [13, 87, 88]. Cette excursion est facilitée par un tissu paratendineux lâche.

La colonne du pouce

Un seul tendon extrinsèque assure la flexion du pouce : le long fléchisseur du pouce (LFP). Celui-ci chemine dans les trois zones spécifiques T1 à T3 selon la nomenclature de l'IFFSH et deux zones communes aux doigts longs les zones 3 et 4.

- *La zone T1* est située entre l'insertion du LFP sur la base de P2 et l'entrée sous la poulie oblique. On y retrouve la poulie A2.
- *La zone T2* correspond au passage du tendon sous les poulies obliques et A1, cette dernière étant la plus importante.
- *La zone T3 :* c'est la traversée profonde du long fléchisseur dans l'éminence thénar où il se réfléchit sur le trapèze puis chemine entre les deux faisceaux du muscle court fléchisseur du pouce. En zone T1, l'excursion du fléchisseur est de 12 mm et elle peut atteindre 35 à 40 mm en zone 5.

Les gaines synoviales (figure 10.2)

Les gaines synoviales sont essentielles à la nutrition et au glissement des tendons fléchisseurs. Ces gaines sont étanches et fermées à leurs extrémités, réalisant un

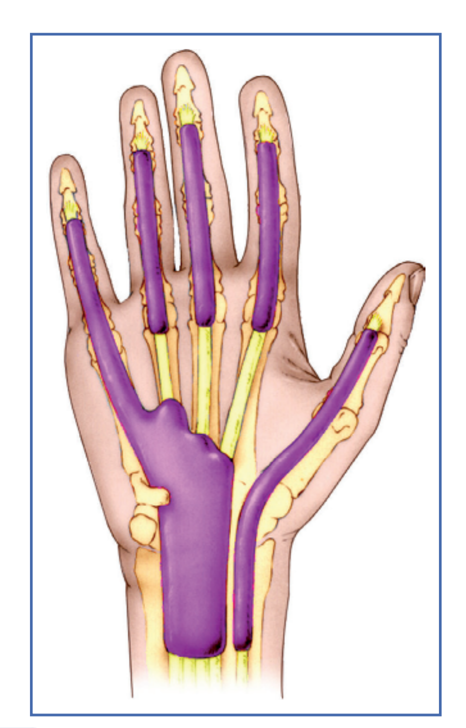


Figure 10.2

Organisation des gaines synoviales des tendons fléchisseurs. Le long fléchisseur du pouce a sa propre gaine. L'index, le majeur et l'annulaire ont une gaine individualisée dans le canal digital. L'auriculaire a une gaine commune aux tendons fléchisseurs des doigts longs.

cul-de-sac dont le feuillet pariétal tapisse le canal digital et le feuillet viscéral adhère totalement au tendon. La gaine synoviale réalise entre ces deux feuillets de véritables mésos appelés *vinculæ*, qui participent à la nutrition tendineuse. L'index, le majeur et l'annulaire ont une gaine individuelle occupant le canal digital de chacun des doigts. Le plus souvent, le long fléchisseur du pouce a sa gaine propre allant de la zone 4 à la zone T1, tout comme la gaine du 5e doigt qui vient en plus englober les autres tendons des doigts longs en zone 4. On note néanmoins de grandes variations de distribution des gaines, avec notamment des communications entre les gaines du pouce et du 5e doigt expliquant la formation de phlegmons en « fer à cheval » ou « à bascule ».

Les poulies

Les poulies sont essentielles à la flexion totale des doigts car elles appliquent l'appareil fléchisseur contre le squelette. En jouant sur le moment d'action des tendons, elles convertissent la force et la course tendineuse en mobilités articulaires angulaires importantes et précises. La perte des poulies entraîne un phénomène de corde d'arc qui augmente la puissance mais diminue la mobilité digitale de façon importante. Doyle [18] définit ces poulies comme des bandes de tissu fibreux d'épaisseur, de largeur et de configuration variables renforçant la gaine synoviale.

L'étude anatomique de Doyle et Blythe fait référence. Ils distinguent cinq poulies annulaires et trois cruciformes auxquelles il faut ajouter la poulie de l'aponévrose palmaire et la poulie formée par le ligament annulaire du carpe.

Les poulies des doigts longs (figure 10.3)

La poulie de l'aponévrose palmaire est située en amont de la poulie A1 et se fixe de part et d'autre de la gaine par des fibres sagittales qui sont en continuité avec le ligament transverse intermétacarpien. Cette néopoulie, encore appelée A0, a un réel rôle mécanique : c'est elle qui se substitue à la poulie A1 lorsque celle-ci a été sectionnée.

La poulie A1 est située en regard de la métacarpophalangienne, très résistante, elle a une longueur moyenne de 8 mm.

La poulie A2 est pratiquement en continuité de la poulie A1. Sa fonction mécanique est essentielle. Elle est fixée sur l'os à la partie proximale de la première phalange sur une longueur de 17 mm.

La poulie cruciforme C1 lui succède jusqu'au col de la première phalange.

A3 est une poulie annulaire étroite fixée sur 4 mm à la plaque palmaire de l'IPP. Elle permet de guider le tendon entre A2 et A4 en lui évitant un angle d'attaque trop important en position de flexion IPP. Sa résection isolée n'a que peu de conséquences.

C2 lui succède et se fixe à la partie proximale de la deuxième phalange.

La poulie A4, fixée à la diaphyse de P2, est biomécaniquement importante car elle assure la fonction du fléchisseur profond sur l'interphalangienne distale.

C3 est une poulie cruciforme fixée en regard du col de la deuxième phalange.

La poulie A5 s'ancre à la plaque palmaire de l'interphalangienne distale sur une longueur moyenne de 4 mm.

Les poulies annulaires principales A2 et A4 sont les plus importantes pour assurer une flexion quasi complète du doigt et doivent être systématiquement préservées. Elles sont le siège de pressions antérieures majeures qui sont bien illustrées par les ruptures de poulie chez les grimpeurs. Néanmoins, certaines études biomécaniques récentes évoquent la possibilité de procéder à une excision partielle de A2 ou A4 sans perte majeure de fonction [14, 74, 80].

Les poulies annulaires secondaires A1 A3 A5 se déplacent légèrement en palmaire lors de la flexion digitale du fait de la translation antérieure de la plaque palmaire, ce qui permet d'augmenter le moment d'action tendineux et donc la puissance en position de flexion [40].

Les poulies A1 et A4 sont les plus solides et peuvent résister à des forces respectivement de 80 et 40 kg [48].

Quant aux poulies cruciformes, elles ont un rôle de jonction entre les poulies annulaires et s'effacent comme un effet accordéon lorsque le doigt fléchit. Lors de la flexion, elles se transforment en appareil annulaire par compression de leurs fibres cruciformes entrelacées. Les études biomécaniques récentes ont attribué un peu plus d'importance à C1, qui semble être un élément plus important que A3 dans la lutte contre le phénomène de corde d'arc [79].

Les gaines fibreuses digitales en général et les poulies annulaires en particulier doivent faire l'objet d'une attention particulière lors de toute chirurgie des fléchisseurs : elles participent de manière importante à la course tendineuse et à la qualité du résultat final. Elles doivent donc être économisées lors de l'abord qui sera réalisé de préférence par fenêtrage étagé (pour les ténolyses notamment). Elles seront suturées ou reconstruites en cas de lésions importantes (surtout intéressant des poulies successives) et enfin protégées lors de la rééducation active.

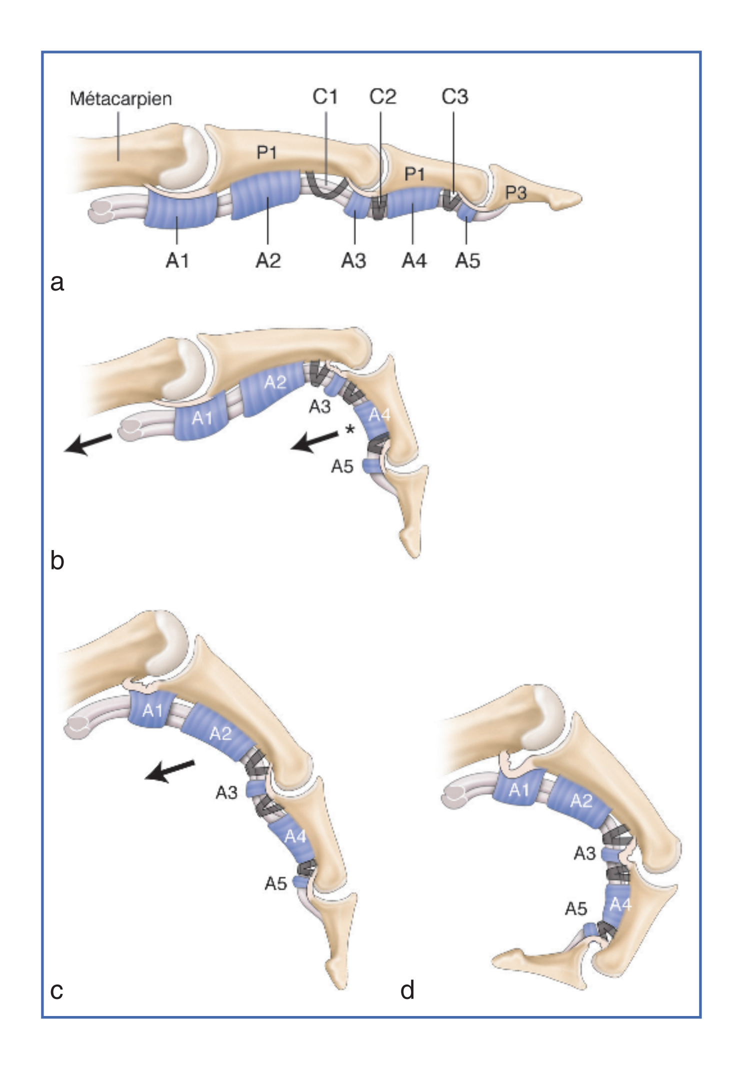


Figure 10.3

Biomécanique des poulies.
a. *Architecture de la gaine fibreuse digitale*, doigt en rectitude. Les poulies cruciformes C1, C2, C3 sont dépliées.
b. *Doigt en prise « tendue » :* les contraintes sont maximales sur A4. C1 s'est comprimée en devenant une poulie pseudoannulaire pour guider les tendons entre A2 et A4. La poulie A3 se translate en palmaire, augmentant le couple des fléchisseurs et donc la puissance développée.
c. *Doigt en prise « arquée » :* les contraintes sont maximales sur la poulie A2 et les poulies cruciformes restent dépliées. La translation antérieure de A1 guide le fléchisseur à l'entrée de A2 et augmente le moment d'action sur l'articulation MP.
d. *Doigt en « enroulement global » :* toutes les poulies cruciformes sont compressées en poulies pseudoannulaires. Les poulies A1, A3, A5 sont translatées en palmaire pour augmenter la puissance de serrage.

Les poulies du long fléchisseur du pouce (figure 10.4)

En regard de chaque articulation du pouce, on retrouve une poulie annulaire, A1 au niveau de la métacarpophalangienne, A2 pour l'interphalangienne. La poulie oblique croise la diaphyse de la première phalange. Elle présente parfois un aspect de poulie annulaire à sa partie tout à fait proximale. Elle est avec la poulie A1 la plus importante sur le plan biomécanique.

La nutrition des tendons fléchisseurs

Les tendons fléchisseurs bénéficient d'un double système de nutrition avec, d'une part, une vascularisation directe et, d'autre part, un système par imbibition provenant du liquide synovial.

La vascularisation

Les tendons fléchisseurs reçoivent une vascularisation à leurs deux extrémités à partir de leurs insertions musculaires

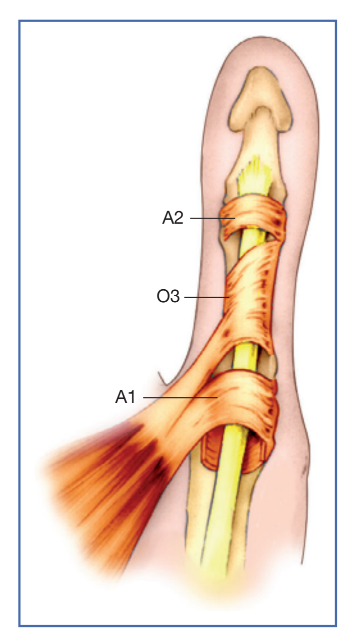


Figure 10.4

Les poulies du long fléchisseur du pouce.
Deux poulies annulaires A1, A2 et une poulie oblique (3) constituent le canal digital.

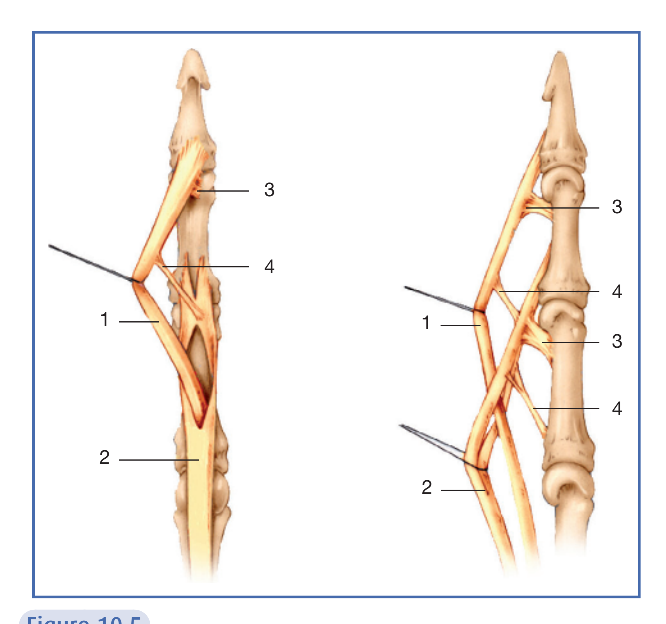


Figure 10.5

L'organisation du système vasculaire des tendons fléchisseurs profonds (1) et superficiels (2) dans le canal digital. Chaque tendon est vascularisé par une *vincula* courte (3) et longue (4).

et osseuses, mais celle-ci n'assure la survie des tendons que sur quelques centimètres [39, 43, 44].

Dans leur segment extrasynovial, la vascularisation est circonférentielle dans un tissu péritendineux lâche et réticulaire.

À l'intérieur du canal digital, c'est par des *vinculæ* que cheminent les vaisseaux jusqu'à la face dorsale des tendons [55], chacun des fléchisseurs superficiel et profond étant relié à une *vincula* courte et longue (figure 10.5). La vascularisation provient des artères diaphysaires transverses rétro-tendineuses venant elles-mêmes des artères collatérales des doigts. Le respect des *vinculæ* est essentiel à la bonne nutrition des tendons et donc pour optimiser la cicatrisation. Celle du tendon fléchisseur profond est menacée lorsqu'il est avulsé car, dans sa course, il va arracher le système vinculaire.

Mais la vascularisation tendineuse est inégale aussi bien longitudinalement que transversalement. L'apport vasculaire est dorsal et la zone palmaire est parfois avasculaire, en particulier au niveau de la décussation des deux tendons. Longitudinalement, la vascularisation est riche en regard des *vinculæ*, pauvre à distance de celles-ci et en regard des poulies annulaires à cause de la pression antérieure qu'elles exercent sur les tendons [45, 46, 55].

Ces données anatomiques ont des conséquences chirurgicales qui impliquent un respect des *vinculæ* et des anastomoses diaphysaires transverses et donc une réparation systématique des artères collatérales qui les alimentent. L'exploration d'une plaie suspecte de lésion des fléchisseurs doit donc préserver les connections postérieures des artères collatérales. Les tendons fléchisseurs seront extraits de manière atraumatique pour éviter toute lésion supplémentaire. En cas d'avulsion avec rétraction importante, il faut tenter de tracter le tendon sur un tendon conformateur sans aggraver l'avulsion vinculaire. Enfin, les fils de suture seront placés de préférence à la face antérieure du tendon pour éviter l'ischémie. Cette déduction logique est contrebalancée par les études biomécaniques qui démontrent que l'ancrage de la suture est plus solide en position postérieure.

La pompe synoviale (figure 10.6)

Le liquide synovial facilite le glissement du tendon mais aussi sa nutrition par un phénomène de diffusion et de perfusion. C'est la zone antérieure du tendon, avasculaire, qui bénéficie le plus de la diffusion du liquide synovial. Celui-ci s'écoule entre les fibres collagènes pour alimenter le métabolisme des tendinocytes et ensuite s'évacue par le système vasculaire dorsal. Ce mécanisme de pompe synoviale décrit par Weber [86] justifie la réparation de la gaine synoviale lorsqu'elle est possible et la mobilisation précoce protégée pour améliorer l'imbibition, la nutrition et donc la cicatrisation tendineuse.

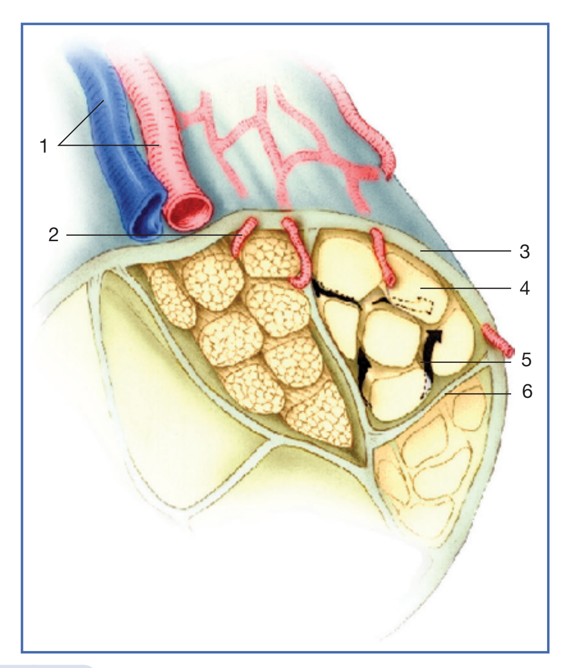


Figure 10.6

Mécanisme de nutrition du tendon par la pompe synoviale selon Weber.
1. Le liquide synovial diffuse entre les fibres tendineuses pour alimenter les tendinocytes et s'évacue ensuite par le système vasculaire dorsal. 2. Système vasculaire intratendineux.
3. péritendon. 4. Fibre tendineuse. 5. Circulation du liquide synovial entre les fibres. 6. Cloison fibreuse.

La cicatrisation tendineuse

Le mécanisme de la cicatrisation tendineuse est complexe et a fait l'objet de nombreuses études. La cicatrisation se fait par deux mécanismes, l'un extrinsèque, qui correspond à l'envahissement fibroblastique de la zone réparée, et l'autre intrinsèque, qui est dû à la capacité propre du tendon à cicatriser [17]. De très nombreuses études expérimentales chez l'animal ont été réalisées (Hsu et Chang) [27] et permettent de mieux cerner la synthèse du collagène I et III (Russel et Manske) [63] (Berglund *et al.*), la migration des fibroblastes de la périphérie des tendons à la zone centrale à réparer (Jones *et al.*) [31] et l'importance des facteurs de croissance FGF (facteur de croissance de fibroblastes), TGF béta (facteur béta de transformation). Boyer et *al.* [7] démontrent chez le chien l'élévation de VEGF (pour *vascular endothelial growth factor* [facteur de croissance vasculaire endothéliale]) sept jours après la réparation tendineuse et ce pendant une semaine, ce qui contribue à améliorer la vascularisation dans la zone de cicatrisation. Dalghren *et al.* [16] évaluent sur le tendon de cheval les effets de l'IGF (pour *insulin growth factor*) qui augmente la production de collagène, accroît la solidité de la cicatrice et diminue l'œdème tissulaire. Tang [81] confirme chez le lapin l'augmentation de la production de collagène I et de la prolifération cellulaire sous l'action de FGF (pour fibro*blast growth factor* [facteur de croissance des fibroblastes]). Gelberman et *al.* [24] ont démontré chez le chien que l'injection de PDGF-BB (pour *platelet derived growth factor*) au niveau du site de la réparation tendineuse améliorait la fonction dès la 3^{e} semaine.

La cicatrisation extrinsèque

Elle fut considérée, à tort, par Potenza [58, 59] comme le seul moyen de cicatrisation du tendon. Cette invasion fibroblastique du tendon hypovascularisé par les tissus environnants mieux vascularisés génère des adhérences. Un tendon extrasynovial pourra par remodelage récupérer une course tendineuse, mais dans le canal digital ceci entraînera inexorablement un blocage tendineux et donc une perte fonctionnelle nécessitant une ténolyse secondaire.

C'est à partir de cette observation que Bunnell [13] et Boyes [10] avaient préconisé l'abandon de la suture primaire en zone 2 pour confier secondairement la réparation tendineuse à une greffe.

En réalité, si cette colonisation fibroblastique apparaît comme inévitable, elle ne peut condamner la réparation primaire, comme l'ont montré Verdan et Michon [84], par le principe de la suture bloquée. Mais ce qui contribue à limiter la colonisation fibroblastique extrinsèque, c'est la rigueur de la technique chirurgicale qui doit éviter de léser l'épitendon et le canal digital par des manœuvres instrumentales lors de la recherche des extrémités tendineuses. La suture doit être la plus parfaite et lisse possible en utilisant un matériel de suture résorbable non inflammatoire, permettant une suture axiale peu ischémiante.

Le rétablissement de l'étanchéité épitendineuse contribue à limiter la formation de ces adhérences. Les protocoles de mobilisation précoce sont également indispensables pour réduire l'effet mécanique des adhérences.

La cicatrisation intrinsèque

C'est à Lundborg [44, 47] que l'on doit la parfaite démonstration qu'un tendon totalement sectionné et privé de tout apport vasculaire est capable de cicatriser sans adhérence grâce au seul apport du liquide synovial. Cette cicatrisation s'effectue par une prolifération de cellules fibroblastiques issues du tendon, ou par la différenciation de cellules de voisinage migrant vers la lésion et s'accompagnant d'une synthèse de collagène. Initialement on assiste à une synthèse de collagène III, puis la combinaison de facteurs chimiques locaux (cytokines, métalloprotéases, TGF-β) et

les contraintes mécaniques conduisent à un remodelage de la zone cicatricielle.

On comprend que les deux mécanismes de cicatrisation intrinsèque et extrinsèque vont cohabiter dans des proportions différentes selon la nature du traumatisme, l'agression chirurgicale, le type de réparation et le mode de rééducation post-opératoire.

En effet, la mobilisation favorise la cicatrisation intrinsèque par le déplacement relatif des tendons suturés entre eux et par rapport à la gaine synoviale. Les résistances à ce déplacement sont très faibles à l'état naturel grâce à la lubrification par le liquide synovial et au revêtement de surface du tendon. Ainsi, une greffe tendineuse d'un tendon extra-synovial, qui offre un revêtement un peu moins spécialisé, est déjà plus sujette à l'abrasion et donc aux adhérences [2].

La suture tendineuse quant à elle occasionne une friction largement supérieure car la surface est encore plus irrégulière. Les causes de résistance à l'excursion sont multiples [76]. Elles peuvent être liées au tendon lui-même par œdème de la zone lésée puis par la constitution du cal tendineux. Le type de suture employé, même parfaitement exécuté, entraîne une friction dépendante de la technique choisie : la présence de nœuds extratendineux est irritante pour la gaine et source d'accrochage (surtout s'ils sont placés en antérieur), les brins transversaux des points axiaux accroissent les résistances, d'autant qu'ils sont nombreux. La situation est encore moins favorable si la suture est approximative : élargissement en tampon de wagon si la suture axiale est trop serrée ou, au contraire, *gap* conduisant à un œdème avec turgescence des moignons voire blocage au passage d'une poulie.

Le protocole de rééducation a également son influence. La mobilisation passive permet un déplacement tendineux de 3 à 4 mm mais tolère mal une résistance à l'excursion, ce qui peut conduire à un accrochage avec plicature du tendon sans mobilisation effective de la suture. Une suture de faible coefficient de friction est ici indispensable. Une mobilisation active permet de lutter contre des accrochages modérés, mais avec des contraintes plus importantes sur la réparation, d'autant plus que l'œdème digital et la raideur articulaire post-traumatique imposent une traction plus importante que la normale pour créer un mouvement actif. La suture devra être ici très résistante.

Le concept de *safe zone* d'Amadio illustre cet équilibre [1]. D'une part, la résistance réelle de la réparation aux contraintes cycliques *in vivo* est en fait bien inférieure à sa résistance maximale *in vitro*, car la rupture est précipitée par la survenue d'un *gap*. D'autre part, il faut appliquer une contrainte minimale pour compenser les frottements et occasionner un déplacement de la suture dans la gaine. Enfin, dans le temps, la cicatrisation tendineuse renforcera le tendon et le risque d'adhérences diminuera. L'avenir résidera probablement dans l'ingénierie tissulaire appliquée aux tendons fléchisseurs pour améliorer la vitesse de cicatrisation intrinsèque par introduction directe sur site d'une matrice contenant les éléments cellulaires et chimiques nécessaires, et par l'application d'une couche semi-perméable et lubrifiante autour de la suture pour éviter les adhérences [71, 72, 73, 91, 92, 93].

On veillera donc à l'alchimie de tous les facteurs : ainsi, la cicatrisation intrinsèque sera dominante dans le cas d'une plaie franche qui, réparée de la manière la plus atraumatique et parfaite possible, reconstituera, avec un coefficient de friction bas, l'étanchéité de l'épitendon et de la gaine synoviale [42, 68] et autorisera une mobilisation précoce protégée qui réactivera la pompe synoviale.

Mécanismes lésionnels

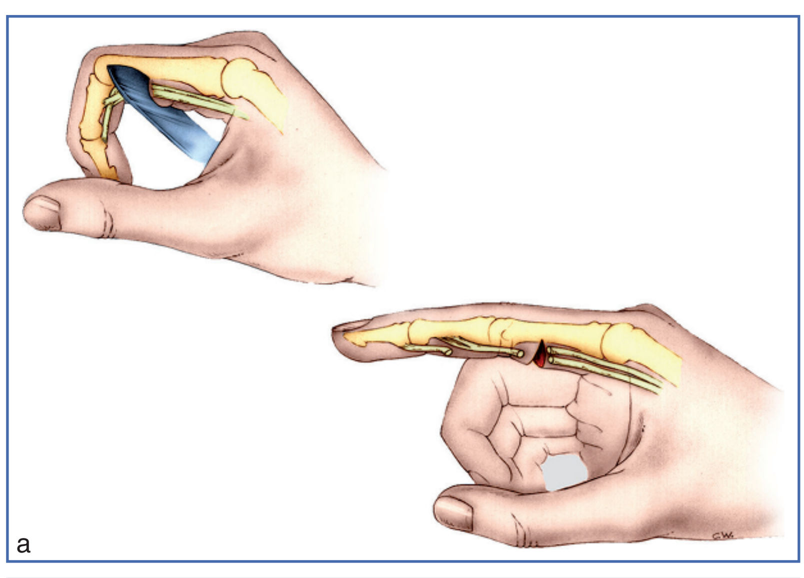
Les plaies des tendons fléchisseurs

L'interrogatoire est essentiel pour déterminer le mécanisme lésionnel des tendons fléchisseurs. Si le doigt était fléchi au moment de l'accident, l'extrémité distale des tendons sectionnés se situera à distance de la lésion cutanée une fois le doigt remis en extension (figure 10.7a). Lors de l'exploration d'une plaie en regard des fléchisseurs, il est indispensable de procéder à une inspection rigoureuse du tendon sur toute sa course, voire à une extraction précautionneuse à l'aide d'un crochet pour ne pas manquer une lésion « décalée ».

Dans le cas d'une lésion doigt en flexion, la plaie sera prolongée en distal pour exposer la future zone de suture. Si la lésion est survenue sur un doigt en extension, la plaie est prolongée en proximal pour récupérer le moignon proximal rétracté (figure 10.7b). Si la force musculaire appliquée au moment de l'accident est importante, l'extrémité proximale du tendon fléchisseur se rétractera de plusieurs centimètres en amont réalisant un véritable « coup de fouet » qui arrachera toutes les *vinculæ* essentielles à la nutrition du tendon.

Il convient de préciser, d'une part, la nature de l'agent vulnérant et son degré de contamination et, d'autre part, de différencier les sections par contusion des sections franches dont le pronostic est plus favorable.

Si le diagnostic de plaie des tendons fléchisseurs est habituellement aisé lorsqu'il s'agit de patients coopérants, en revanche, il est plus difficile chez l'enfant. Il est prudent de réaliser au moindre doute une exploration complète de la plaie. Ceci est particulièrement vrai lorsqu'il s'agit de plaies



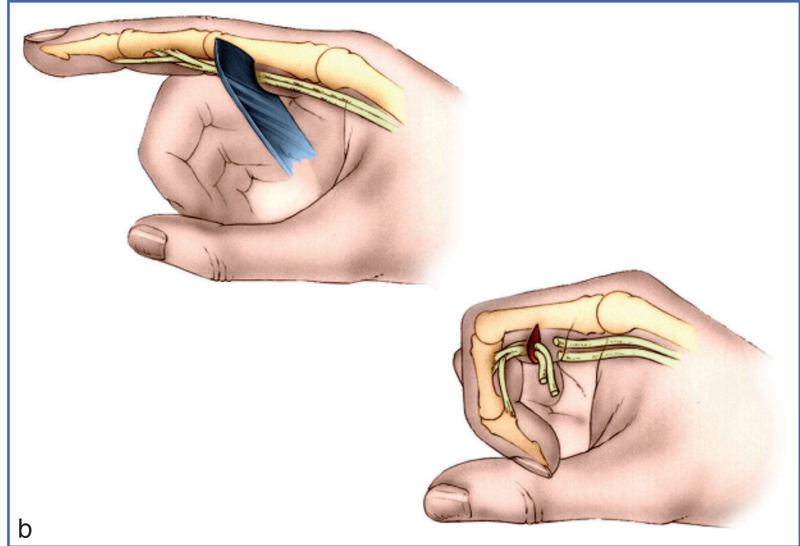


Figure 10.7

a. Si la section s'effectue le doigt en flexion : les extrémités distales des tendons se trouveront à distance de la plaie cutanée une fois le doigt placé en extension.
b. Une section du doigt en extension : la récupération des extrémités distales des tendons est facilitée en fléchissant les articulations interphalangiennes.

partielles des tendons où le risque de ressaut secondaire, ruptures ultérieures et d'adhérences cicatricielles est important si la lésion n'a pas été identifiée et s'il y a eu une simple fermeture du revêtement cutané en urgence.

L'examen clinique de la main suffit le plus souvent à poser le diagnostic de lésion des tendons fléchisseurs car l'effet naturel de cascade des doigts est interrompu. Physiologiquement, le poignet étant en position neutre, les doigts s'infléchissent progressivement de l'index à l'auriculaire.

Lorsque le patient ne peut pas être examiné ou n'est pas suffisamment relaxé pour montrer ce phénomène de cascade, le test de pression sur l'avant-bras est utile pour identifier une lésion en aval de l'avant-bras. Lorsque les tendons sont en continuité, une pression exercée sur la masse musculaire de l'avant-bras crée une flexion de tous les doigts, mais ce test est global et ne peut révéler les plaies partielles des tendons. Les effets de ténodèse du poignet sont également un moyen fiable de s'assurer de la continuité des tendons fléchisseurs. Une extension du poignet provoque une flexion des doigts; en revanche, ceux-ci resteront en extension en cas de section tendineuse.

Lorsque le patient est coopérant, c'est la sollicitation active des tendons qui précisera le diagnostic. Le fléchisseur

profond est testé (figure 10.8a) en maintenant en extension MP et IPP et en demandant au patient de fléchir l'interphalangienne distale; seul le fléchisseur profond est capable, lorsqu'il est en continuité, d'activer cette flexion. Le test du fléchisseur superficiel exige que tous les doigts soient maintenus en extension, sauf le doigt examiné. Il est

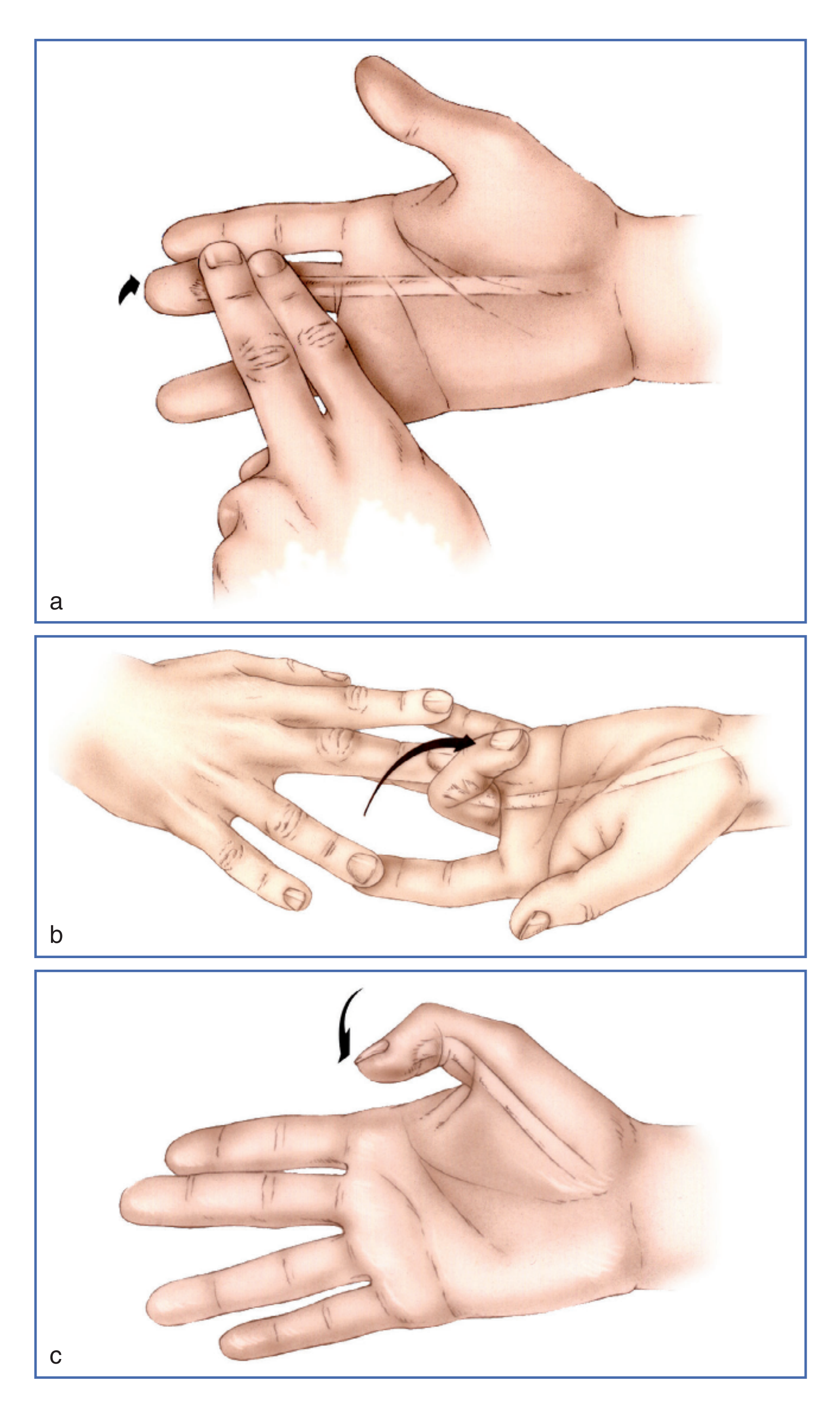


Figure 10.8

a. Test du fléchisseur profond : MP et IPP sont maintenues en extension; le patient doit réaliser une flexion active de l'IPD.
b. Test du fléchisseur superficiel : tous les doigts sont maintenus en extension. Le doigt testé est libre. Seul le fléchisseur superficiel intact peut fléchir l'IPP.
c. Test du long fléchisseur du pouce : le patient doit plier activement l'interphalangienne.

alors demandé au patient de fléchir le doigt ; seul le fléchisseur superficiel peut fléchir l'interphalangienne proximale (figure 10.8b). Dans un tiers des cas, ce test est négatif au niveau de l'auriculaire, car le tendon superficiel est soit déficient, soit absent.

Le bilan des *lésions associées*, en particulier lorsqu'il y a eu écrasement ou contusion, doit être minutieux. Toutes les fractures articulaires, juxta-articulaires ou diaphysaires, peuvent compromettre le pronostic fonctionnel de la meilleure réparation tendineuse dans la mesure où le cal osseux modifie l'anatomie du canal digital et génère des adhérences tendinopériostées. Le traitement simultané de toutes les lésions est un prérequis à la mobilisation précoce.

La lésion des nerfs collatéraux est recherchée par le test de discrimination aux deux points, parfois difficile à réaliser et à interpréter en urgence : la profondeur de la plaie, l'agent vulnérant (tôle, verre) et l'orientation de la plaie doivent faire craindre la lésion nerveuse. L'intégration finale du doigt nécessite la présence d'une sensibilité adéquate.

L'état de vascularisation de la main et des doigts conditionne également le pronostic mais surtout détermine le degré d'urgence réelle de cette plaie des tendons fléchisseurs. La vascularisation digitale doit être rétablie pour permettre une cicatrisation tendineuse convenable et une bonne trophicité digitale. Il est démontré que la section des deux artères collatérales des doigts non réparée compromet définitivement le résultat fonctionnel quelle que soit la qualité de la réparation des tendons fléchisseurs. En effet, si le doigt reste vascularisé malgré cette lésion, l'hypovascularisation chronique induite nuira à la cicatrisation tendineuse et à la trophicité digitale, ce qui détériorera le résultat, quelle que soit la qualité de la réparation. On appréciera l'état de vascularisation des doigts par le remplissage pulpaire, par la vitesse de recoloration du lit unguéal et surtout par la réalisation d'un test d'Allen digital.

Le test clinique permettant d'évaluer la flexion active du long fléchisseur du pouce est simple (figure 10.8c). Il consiste à demander au patient de plier l'interphalangienne (IP) du pouce. Cependant, si le long fléchisseur est rompu au niveau de P2 et si la *vincula* courte reste attachée à la plaque palmaire, il est possible d'obtenir une flexion sans force mais effective de l'interphalangienne. C'est pour cela que le test clinique du long fléchisseur du pouce doit s'effectuer contre la résistance du doigt de l'examinateur.

Les lésions fermées de l'appareil fléchisseur

Les ruptures sous-cutanées des tendons fléchisseurs concernent essentiellement le fléchisseur profond au niveau de son insertion distale sur la phalange. Il convient de séparer les lésions de fragilisation d'origine rhumatismales ou par attrition tendineuse contre un plan dur des lésions traumatiques car la qualité du tendon y est très différente.

La rupture sous cutanée du FCP ou *jersey-finger*

Mécanisme et définition : le *jersey-finger* est la désinsertion du fléchisseur (FCP ou LFP plus rarement) associée ou non à une fracture de P3. Il est au fléchisseur ce que le *mallet-finger* est à l'extenseur. Il est rencontré lorsqu'une force extrinsèque très importante en extension IPD passive est exercée avec tentative de résistance de la part du FCP. Certains sports sont plus exposants à ces lésions : rugby, football américain, judo, etc. L'accident survient lorsque le patient cherche à retenir par le maillot l'adversaire qui lui échappe… Le plus souvent la lésion intéresse le 4e doigt pour des raisons anatomiques bien décrites. D'une part, l'insertion du FCP est plus faible mécaniquement sur D4 et les interconnexions tendineuses sont responsables d'une autonomie moindre de ce rayon. D'autre part, en position de semi-flexion, ce doigt déborde l'apex pulpaire de ses voisins et se trouve plus vulnérable à « l'accrochage ».

Diagnostic et classification : le diagnostic est souvent évident, cette pathologie étant bien connue des milieux sportifs professionnels. En dehors de ce contexte, le diagnostic erre parfois plus longtemps, ce qui compromet le traitement et le résultat attendu. Le patient rapporte un traumatisme compatible, avec sensation de « claquement » brutal. L'examen de surface recherchera une ecchymose avec œdème digital. L'examinateur attentif retrouvera la perte de flexion active puissante de l'IPD au *testing* et parfois une limitation de la flexion IPP, lorsque le moignon tendineux est encastré dans la décussation du FCS. Le moignon proximal pelotonné est parfois perçu à la palpation sur le trajet digital ou en regard de la métacarpophalangienne, ce qui implique la rupture des *vinculæ*. La réalisation d'une radiographie est indispensable à la recherche attentive d'un fragment osseux à la face antérieure de l'ensemble du rayon digital. En cas de doute, une échographie ou une IRM peuvent être proposées mais ne doivent en aucun cas différer la prise en charge de plus d'une semaine.

La classification de Leddy et Packer [38] détaille l'éventail des lésions en trois types, auxquels deux types supplémentaires ont été secondairement ajoutés (figure 10.9). Le type 1 est l'avulsion tendineuse rétractée à hauteur de la MP : le système vinculaire complet est avulsé et le risque de rétraction tendineuse rapide est majeur. Dans le type 2, le moignon tendineux est bloqué dans la décussation du FCS : la *vincula* longue reste présente et la réparation est encore possible à trois semaines, voire plus. Dans le type 3, la survenue d'une fracture de l'insertion du FCP permet la butée du fragment osseux à l'orifice distal du canal digital avec préservation de la *vincula* courte et peu de rétraction. Dans le type 4 décrit par Smith [67], rare, le tendon est désinséré du fragment osseux d'un type 3. Le type 5, enfin, associe l'arrachement osseux et une fracture transversale de P3 [61].

Le traitement de ces lésions doit être réalisé dans l'urgence car la chirurgie secondaire en est très difficile (tableau 10.1). La qualité du résultat et le type de traitement dépendront de la fraîcheur et du type de lésion. Dans le cas d'une lésion fraîche, la réparation est le traitement de choix. La réinsertion sera réalisée par *pull-out* ou ancrage en fonction des habitudes du chirurgien (figure 10.10).

Le traitement de ces lésions de *jersey-finger* est moins facile en différé, car la rétraction tendineuse et l'adhérence cicatricielle du moignon limitent la restauration d'une longueur adéquate. De plus, la gaine digitale vide se collabe et le passage tendineux devient impossible. La fonction du doigt sera précisément évaluée, notamment sur l'IPP et le FCS pour orienter le traitement proposé : le FCS ne saurait être sacrifié pour une hypothétique restauration du FCP. Si la gaine digitale est perméable, l'articulation IPD fonctionnelle, le traitement fait appel à une greffe tendineuse en un ou deux temps selon les conditions cicatricielles locales. Dans le cas où le canal digital est collabé et/ou l'articulation IPD fracturée avec une fonction FCS et IPP préservée, le traitement le plus raisonnable est une arthrodèse IPD. L'abstention peut être proposée si l'articulation IPD a été le siège d'une ténodèse ou d'une capsulodèse « naturelle » et ne se trouve pas en hyperextension.

Les ruptures sous cutanées par attrition tendineuse

Elles sont d'apparition progressive et indolore par distension de la zone lésée. Une douleur chronique est souvent rapportée dans les semaines précédentes en regard de la zone de conflit. La rupture se complète à l'occasion d'un effort supplémentaire. L'identification tendineuse lors de la réparation peut être compliquée par une fixation « en nourrice » des tendons distendus

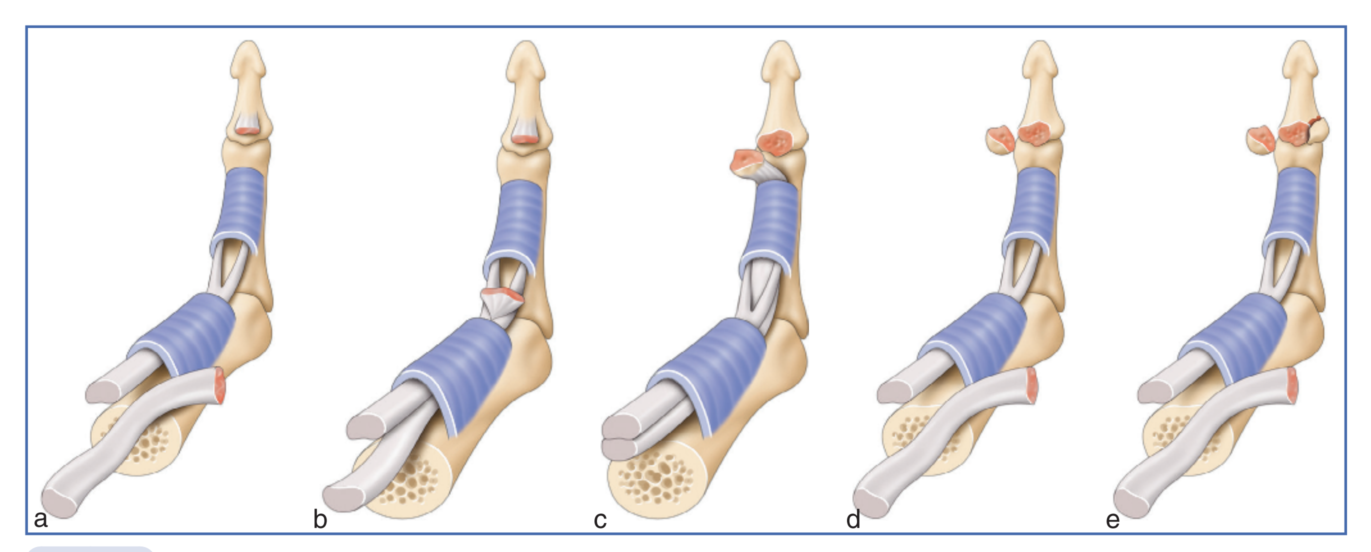


Figure 10.9

Classification du *jersey-finger* selon Leddy et Packer modifiée.

a. Type I : le FCP est rétracté à la paume en amont de A1. La dévascularisation et le risque d'accourcissement tendineux sont maximaux.

b. Type II : le FCP est incarcéré dans la décussation du FCS, à mi-hauteur du canal digital.

c. Type III : le FCP emporte son insertion osseuse qui est enclavée à l'entrée de la poulie A4.

d. Type IV : il s'agit d'un type 3 dans lequel le FCP s'est désolidarisé du fragment osseux incarcéré à l'entrée de A4.

e. Type V : il s'agit d'un type 3 avec refends fracturaires à la base de P3 de réparation difficile.

Tableau 10.1. Classification et prise en charge des lésions de Jersey-finger.

Type de lésion Leddy et Packer modifiée	Lésion	Urgence de prise en charge	Pronostic	Traitement en urgence
Type 1	Désinsertion pure, rétraction à la MP	Urgence ++++ Risque de rétraction majeur	Vascularisation tendineuse - Délai de prise en charge Rétraction FCP majeure et rapide Collapsus du canal digital	Réinsertion
Type 2	Désinsertion pure, rétraction à la décussation FCS	Réparable jusqu'à trois semaines, voire plus, en fonction de la rétraction	Vascularisation tendineuse ± Délai de prise en charge Rétraction Collapsus du canal digital distal Raideur IPP si délai long	Réinsertion
Type 3	Fracture de la base de P3 Enclavement sur A5	Peu de rétraction Bonne perfusion tendineuse Réparation à distance souvent réalisable	Instabilité de l'IPD selon la taille du fragment Lésion IPD ajoutant de la raideur Vascularisation bonne Canal digital perméable	Vissage si gros fragment Réinsertion par *pull-out* ou par ancre si petit fragment
Type 4	Fracture de la base de P3 + Désinsertion FCP du fragment enclavé.	Urgence +++	cumul Type 1 et 3 : conséquences IPD conséquences FCP.	– Ostéosynthèse ou excision du fragment selon la taille – réinsertion tendineuse par *pull-out* en apposition.
Type 5	Fracture de la base de P3 + fracture transversale de P3	Urgence +++	*Idem* Mobilisation immédiate souvent impossible, avec adhérences et résultat fonctionnel moins bon	Ostéosynthèse de la fracture par vissage/ brochage Arthrorise en légère flexion souhaitable Réinsertion tendineuse par *pull-out* en apposition

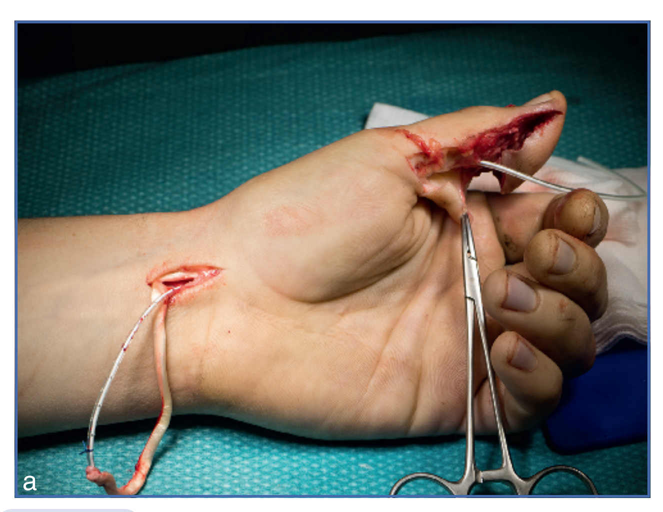
et des moignons rompus aux tendons adjacents. La réparation nécessite souvent une greffe intercalaire.

La rupture des fléchisseurs D4 D5 sur l'hamulus de l'hamatum

L'hamulus de l'hamatum sert de poulie de réflexion, source d'abrasion tendineuse pour les fléchisseurs des 4e et 5e doigts (figure 10.11). La greffe intercalaire est le traitement de choix. Une alternative consiste à réaliser une ténodèse latérale avec les fléchisseurs adjacents (D4 et D3) en aval du rétinaculum antérieur, selon une technique identique à celle des transferts pour main paralytique.

La rupture du long fléchisseur du pouce (polyarthrite rhumatoïde, arthrose scaphotrapézotrapézoïdienne, matériel d'ostéosynthèse)

Le LFP est vulnérable au passage du poignet. Il peut être érodé sur une plaque d'ostéosynthèse de radius, en position un peu trop basse ou associée à un cal vicieux en extension, sur une vis d'ostéosynthèse de scaphoïde trop longue ou mobilisée. Il peut aussi être envahi et fragilisé par l'atteinte des articulations STT ostéophytiques ou la synovite agressive de la polyarthrite rhumatoïde. La greffe intercalaire est également le traitement de choix, mais le transfert du fléchisseur superficiel du 4e doigt peut être proposé en cas



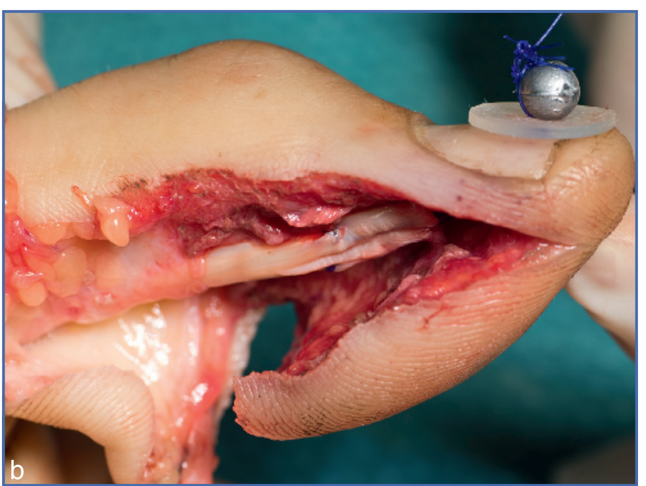


Figure 10.10

Jersey-finger **du pouce de type 1.**
a. Le long fléchisseur du pouce est récupéré au poignet et tracté par un cathéter.
b. Fixation en *pull-out* unguéal.

Figure 10.11

Attrition des fléchisseurs profonds D4-D5 en regard de l'hamulus de l'hamatum.

d'atrophie du corps musculaire ou de rétraction proximale majeure si la lésion est trop ancienne. L'arthrodèse IP du pouce permet également l'obtention d'un pouce stable et puissant dans les cas difficiles.

Les ruptures sous-cutanées de poulies

Le système des poulies permet la transmission optimale des forces développées par les tendons fléchisseurs. Les poulies peuvent se rompre lors de l'escalade ou du soulèvement d'objets très lourds selon des prises similaires. Environ 26 % des grimpeurs de compétition font une rupture de poulie [62] altérant parfois définitivement leur performance. La lésion intéresse le plus souvent la poulie A2, moins fréquemment la poulie A4. La prise arquée (paume de main éloignée de la paroi) est plus souvent en cause que la prise tendue (en griffe, paume contre la paroi).

Le diagnostic de la lésion est connu dans le milieu sportif et le retard de prise en charge est plus souvent lié à la tentative de poursuite de l'activité en dépit des douleurs. Le mécanisme est évocateur avec une sensation de claquement avec lâchage du doigt. Parfois, une douleur chronique pendant les semaines précédentes est un signe de prérupture. L'examen retrouve un œdème digital avec des mobilités actives et passives proches de la normale. La palpation latérale de l'appareil fléchisseur est douloureuse en regard de P1. L'échographie confirme la lésion. Au mieux, l'examen est dynamique, comparatif, avec recherche d'un *bowstringing* en prise arquée contre résistance. La survenue d'un décollement tendineux de plus de 2 mm est anormale [62].

Le traitement est le plus souvent conservateur par bague thermoformée ou en Velcro® non extensible pour une durée de six semaines (figure 10.12). Le port de charge est à éviter pendant trois mois et l'escalade avec prise arquée pour une durée de six mois. Le traitement conservateur permet la constitution d'un tissu cicatriciel mécaniquement plus faible que la poulie native mais le plus souvent suffisante. Une indication chirurgicale est parfois posée pour le grimpeur de haut niveau en présence d'une lésion fraîche (avant trois mois) [90] avec insuffisance de poulie qui se traduit par une corde d'arc identifiée à l'échographie [85]. La reconstruction selon Lister par greffe de rétinaculum des extenseurs a notre préférence. La face synoviale du transplant est appliquée contre le tendon et le rétinaculum est suturé en tension, doigt en légère flexion, aux reliquats latéraux de la poulie par passage trans-tissulaire suturé au

Figure 10.12

Rupture sous-cutanée de poulie A2 traitée par un anneau en Velcro® pendant 6 semaines.

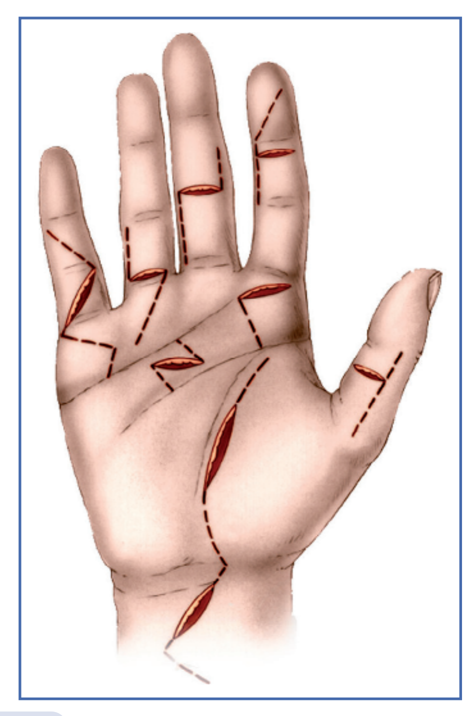


Figure 10.13

Les voies d'abord.

Elles doivent prolonger au minimum les plaies tout en facilitant la réparation tendineuse et vasculonerveuse. Les incisions en baïonnette, en T et en zigzag, sont les plus utilisées.
Une contre-incision dans le pli palmaire distal est parfois nécessaire pour récupérer les extrémités tendineuses. Les lésions dans la paume de la main s'agrandissent par incision en zigzag pour se brancher ensuite sur une voie d'abord classique du canal carpien lorsque cela s'avère nécessaire.

PDS 4/0. La réparation est protégée par une attelle anti-extension dorsale et une bague pour six semaines, puis par bague seule pour encore trois mois. La mobilisation active sans résistance est entreprise d'emblée [85].

Méthodes de traitement

La meilleure connaissance de l'anatomie de l'appareil fléchisseur, de ses contraintes biomécaniques, de son système de nutrition et de sa cicatrisation a permis une approche cohérente de la réparation de leurs plaies, ce qui a contribué à améliorer de manière significative les résultats fonctionnels. Nous sommes désormais éloignés du concept de Boyes [8, 9, 10] qui considérait que toute plaie de l'appareil fléchisseur dans le *no man's land* ou zone 2 ou dans le canal digital devait faire l'objet d'un parage et d'une fermeture cutanée primaire puis secondairement d'une greffe. La chirurgie des tendons fléchisseurs doit toujours être réalisée par des chirurgiens possédant une bonne connaissance de l'anatomie de la main, entraînés à une chirurgie méticuleuse et maîtrisant les techniques microchirurgicales. La notion de microtraumatisme chirurgical doit être en permanence présente à l'esprit du chirurgien. Potenza [58, 59] a démontré que chaque agression au niveau du péritendon induisait une colonisation fibroblastique, c'est-à-dire des adhérences. Il est donc nécessaire d'opérer ces patients avec un moyen grossissant pour le temps de la dissection et de la réparation tendineuse : des lunettes grossissantes facteur 4 étant suffisantes, mais dès qu'il s'agit de réparer un pédicule vasculonerveux, il convient de recourir à des grossissements supérieurs à 16 que seuls les microscopes offrent.

Les voies d'abord

La voie d'abord doit procurer le meilleur confort pour réparer les tendons et les pédicules vasculonerveux. Au niveau des doigts, les incisions dorsolatérales ont l'avantage d'être réalisées dans des zones de faible tension cutanée; en revanche, elles ne permettent le contrôle que d'un seul pédicule vasculonerveux et l'accès au canal digital n'est pas toujours facile. C'est pour ces raisons qu'une plaie transversale ou oblique sera prolongée selon une incision de Brunner ou en baïonnette (figure 10.13). Il faut procéder au parage de toute la zone contuse pour éviter une infection ou une nécrose secondaire avec exposition de la réparation. Le chirurgien doit planifier la couverture cutanée dès l'abord chirurgical pour ne pas se

priver de certaines options de lambeaux, avant d'envisager toute reconstruction tendineuse ou pédiculaire. La couverture est confiée si possible à un lambeau homodigital (voir chapitre 9). Notre préférence va à une exposition en baïonnette qui ménage des lambeaux de Hueston de part et d'autre de la plaie, facilitant la couverture sans tension, avec une exposition parfaite de l'appareil fléchisseur.

Il ne faut pas oublier que la plaie tendineuse n'est pas forcément située en regard de la lésion cutanée. L'exposition sera prolongée en distal, en cas de lésion en flexion, et en proximal, en cas de lésion avec rétraction tendineuse ou par mécanisme d'avulsion.

La réparation tendineuse sera réalisée par fenêtrage au travers des poulies cruciformes.

La récupération des extrémités tendineuses (figure 10.14)

Toute manœuvre instrumentale brutale en aveugle dans le canal digital va créer des lésions qui provoqueront la colonisation fibroblastique et la constitution d'adhérences. Il est donc essentiel d'identifier la position des extrémités tendineuses et de les rapprocher de la manière la plus atraumatique possible. Si l'extrémité distale du tendon fléchisseur est facile à repérer par la simple flexion du doigt, en revanche, l'extrémité proximale peut avoir subi un véritable «coup de fouet» qui a entraîné sa rétraction dans la paume de la main. Pour connaître le niveau exact de cette rétraction, nous avons pour habitude d'utiliser une tige en silicone (tendon conformateur universel de chez Arex) qui est introduite dans la gaine par la plaie. Cette tige vient buter contre l'extrémité proximale rétractée. Il suffit alors de réaliser une contre-incision soit dans le canal digital, soit dans la paume de la main pour récupérer l'extrémité tendineuse proximale [51]. Nous commençons alors la suture tendineuse selon le principe de Tsuge [83]. Le fil est solidarisé avec la tige de silicone, puis il est extrait de manière atraumatique à travers le canal digital. Pour éviter toute tension au moment de la réparation, l'extrémité proximale des tendons est fixée à l'aide d'une petite aiguille intradermique qui transfixie le canal et le tendon fléchisseur. Cet artifice technique permet de terminer la suture axiale du tendon sans tension et la réalisation du surjet péritendineux.

Les techniques de reconstruction des poulies

Biomécaniquement, les poulies sont indispensables à la bonne fonction des fléchisseurs superficiel et profond. Si leur résection partielle peut être légitime pour procéder à une meilleure suture tendineuse, en revanche, leur excision en totalité n'est pas envisageable, en particulier pour A2 et A4. Seules les poulies cruciformes peuvent être sacrifiées.

Dans les grands délabrements du doigt, les poulies sont détruites par le traumatisme lui-même; il est alors inutile d'envisager une réparation primaire des tendons fléchisseurs sans une reconstruction préalable des poulies. Plusieurs techniques sont utilisées en fonction des conditions locales et de l'ampleur des lésions à traiter.

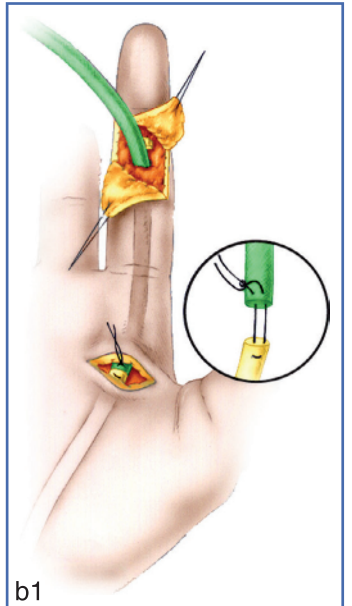
La technique de fixation transosseuse comme l'a préconisée Michon [53] utilise comme greffe de poulie un tendon du petit palmaire ou un tendon fléchisseur superficiel qui aura été sacrifié. À l'aide d'une pointe carrée, on transfixie le squelette phalangien, le double passage du tendon dans cet orifice assure son blocage en force et autorise la mobilisation précoce (figure 10.15a).

La technique de Lister [41] permet de reconstruire des poulies longues et donc biomécaniquement plus efficaces. Elle utilise le ligament rétinaculaire dorsal du carpe dont la surface de glissement est de qualité (figure 10.15b). Il est introduit autour de la phalange en arrière du tendon extenseur et ne vient jamais s'interposer entre le périoste et le tendon extenseur. La longueur de la poulie assure une bonne fonction à l'appareil fléchisseur mais la fragilité de sa fixation impose de la protéger par une bague lorsque l'on envisage une mobilisation protégée post-opératoire. Plus la poulie est longue, meilleure sera la fonction d'enroulement des doigts.

La technique du nœud coulant est proposée pour la poulie A2. Le petit palmaire est placé en boucle autour de la première phalange et ses deux extrémités sont extraites par la boucle et solidement tractées puis suturées au PDS 2/0 (figure 10.15c). La poulie est large et sa mise sous tension applique fortement les tendons fléchisseurs sur la première phalange.

La technique de Weilby [37] consiste à faufiler un greffon tendineux libre dans les reliquats de poulie à la manière d'un corset. La longueur de la poulie reconstruite est là aussi importante, mais la qualité de la réparation dépend de la solidité et de l'amarrage des résidus de poulie (figure 10.15d).

La reconstruction de A4 par une bandelette de FCS pédiculée en distal est aussi possible. L'insertion osseuse distale de l'hémi-FCS est préservée, offrant une fixation solide, et le moignon proximal est suturé après passage au travers des reliquats de poulie du côté opposé [56]. Cette technique est très utile car le sacrifice d'une hémi-bandelette de FCS permettra dans le même temps d'améliorer l'excursion tendineuse (figure 10.15e).



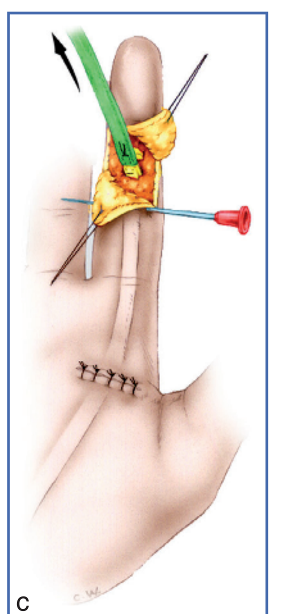


Figure 10.14

Méthode d'extraction atraumatique des tendons fléchisseurs.

a. Un tendon conformateur universel (Arex) en silicone est introduit par la plaie et vient buter contre le ou les tendons sectionnés. b. 1 et 2. Une contre-incision permet de solidariser la tige de silicone au tendon en utilisant le principe de la suture axiale selon Tsuge. c. Le tendon extrait est alors fixé au canal digital par une aiguille intradermique.

Le choix des techniques de suture (figure 10.16)

La suture tendineuse obéit à des règles précises : elle doit, d'une part, restaurer l'anatomie du tendon, éviter sa déformation qui le bloquerait dans le canal digital, d'autre part, elle ne doit pas être ischémiante et entraîner la nécrose du tendon. Enfin, la solidité de cette suture doit être suffisante pour autoriser une mobilisation précoce protégée.

La suture axiale, clé de la solidité : de très nombreux travaux expérimentaux ont montré que la multiplication des sutures axiales ou des points en cadre augmentait la résistance de la réparation. Mais l'accumulation du matériel de suture et les nombreux passages de l'aiguille dans le péritendon ne font qu'altérer sa vascularisation intrinsèque et accroître le risque d'adhérences en empêchant le glissement du tendon. Une importante expérience de plus de 15 ans de recul nous a montré que le choix du

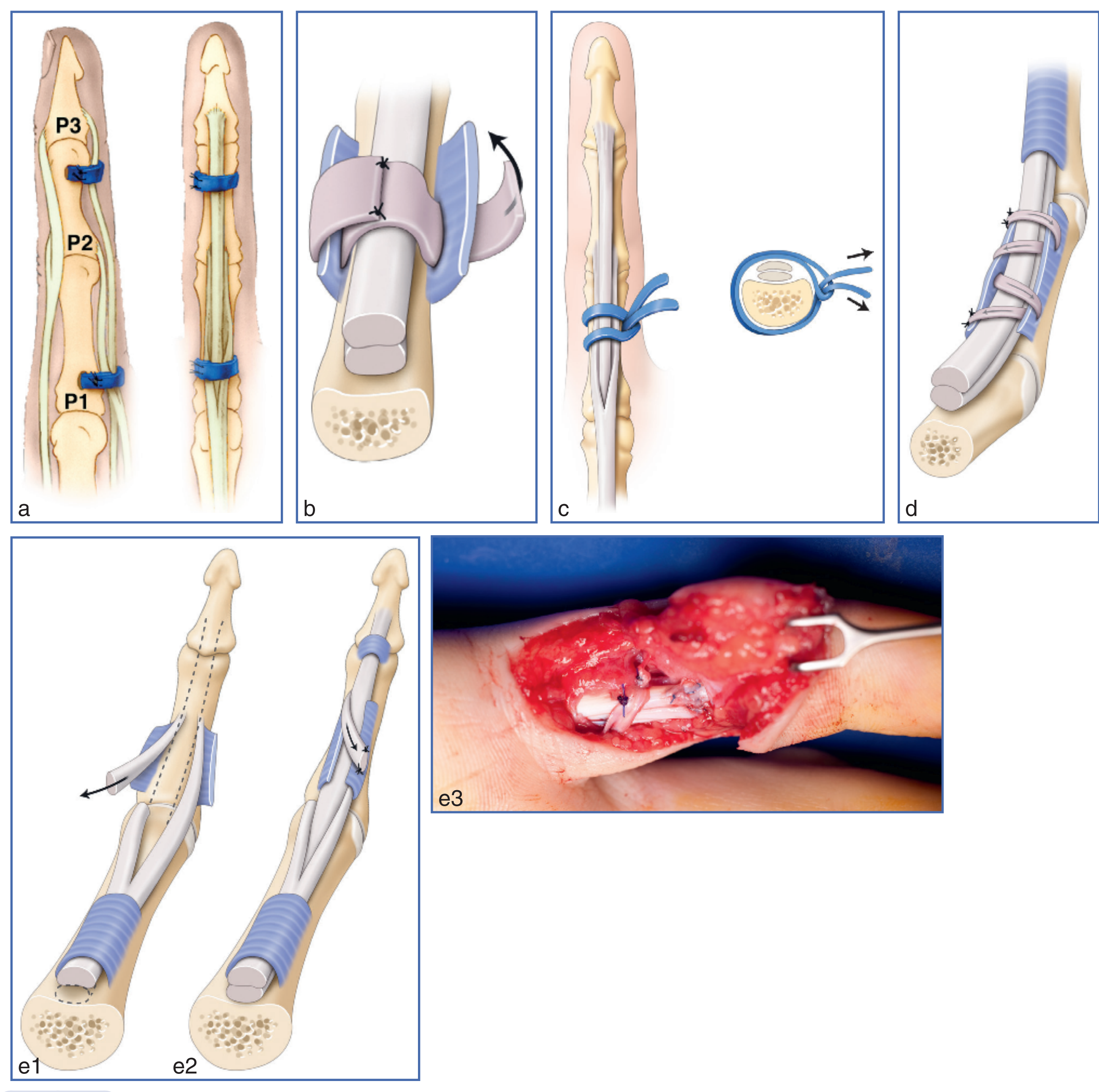


Figure 10.15

Les techniques de reconstruction des poulies.

a. Technique de reconstruction des poulies A2 et A4 selon Michon. Le greffon tendineux est fixé en transosseux en P1 et P2. Un double passage du greffon assure un blocage suffisamment solide pour autoriser une mobilisation précoce.

b. Technique de reconstruction selon Lister modifiée. Le ligament rétinaculaire dorsal du carpe où un greffon tendineux se fixe sur les reliquats de la poulie.

c. Technique de reconstruction de la poulie A2 selon le principe du nœud coulant. Le petit palmaire est placé en boucle autour de la première phalange. Ses deux extrémités sont extraites par la boucle et solidement suturées au PDS 2/0.

d. Technique de Welby : la greffe est faufilée à travers les reliquats de la poulie.

e. 1. Reconstruction de la poulie A4 par l'hémi-bandelette du FCS qui garde son insertion sur P2 et vient se fixer sur les reliquats de la poulie (2, 3).

PDS comme fil résorbable a été bénéfique grâce à son importante résistance mécanique et à une résorption lente en plusieurs mois sans subsistance de granulome inflammatoire.

Une suture adaptée doit fournir au minimum quatre brins axiaux de PDS 4/0, une prise à 1 cm de la lésion tendineuse [15, 32, 82], avec des ancrages transversaux prenant 2 mm de tendon minimum [89]. Le type de suture

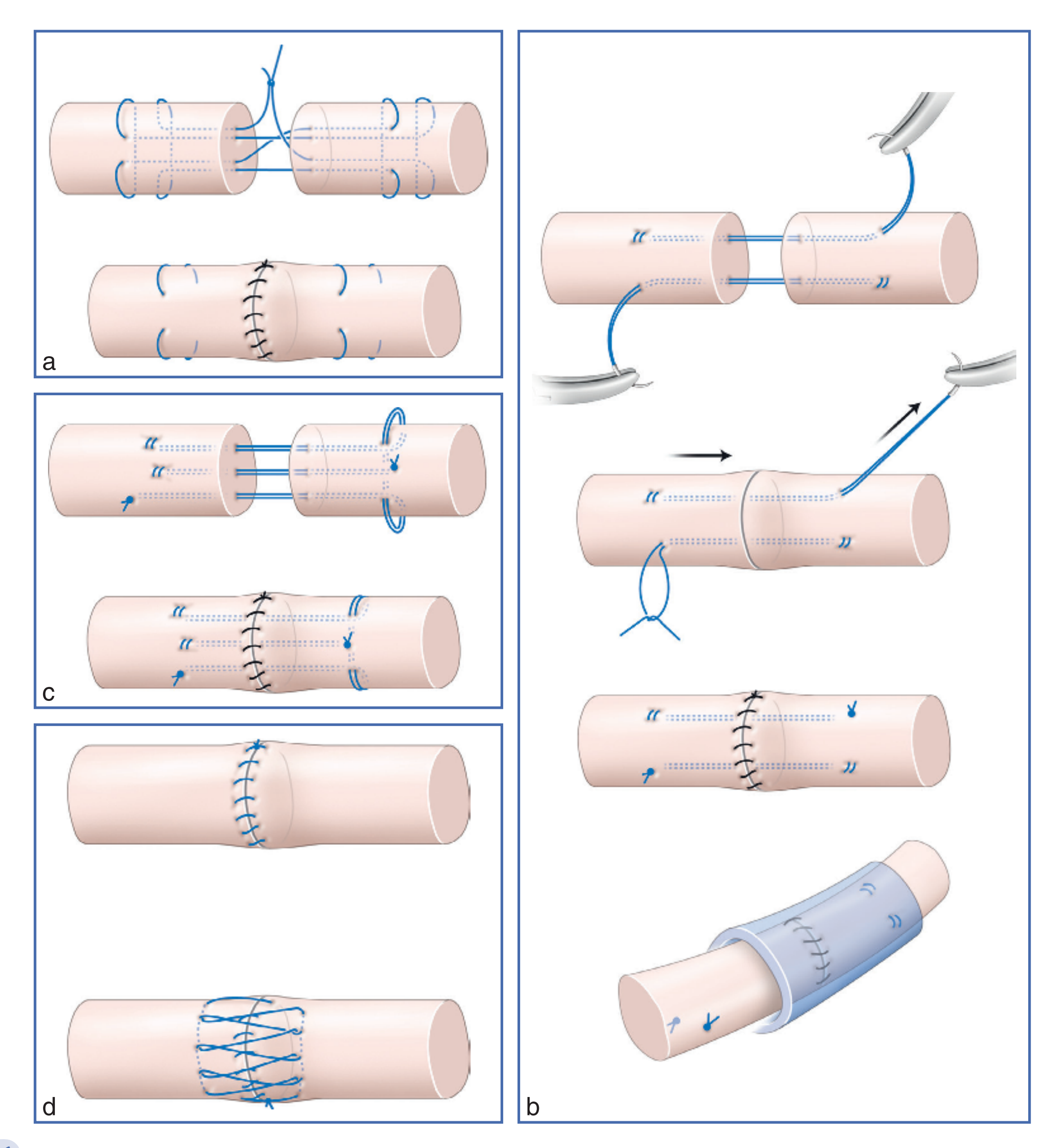


Figure 10.16

Les techniques de suture.

a. *Le point « double Kessler » :* Deux cadres successifs sont confectionnés, dont les trajets transversaux sont situés entre 7 mm et 1 cm de la plaie tendineuse. La prise horizontale des boucles intéresse 2 mm de tendon pour offrir la stabilité optimale. Le nœud intratendineux unique offre une suture de faible coefficient de frottement et de faible encombrement.

b. *Le point « double Tsuge » :*

1. Un premier fil « boucle » est bloqué à 1 cm de la tranche de section. Il est passé dans les deux extrémités tendineuses et on procède de même, en sens inverse, pour l'installation du 2e point.
2. La traction sur un des fils par l'aide permet l'accolement des moignons tendineux pendant que l'opérateur noue le premier point.
3. Aspect final de la suture : l'opérateur extériorise les noeuds en postérieur et latéral pour limiter les conflits avec les poulies annulaires. La suture de la gaine synoviale facilite le glissement.
4. Dans le cas d'une plaie tendineuse située sous une poulie annulaire, les deux nœuds seront placés du même côté de la plaie, pour permettre leur déplacement sans conflit lors du glissement tendineux. On privilégiera toujours leur disposition en postérolatéral par rapport au tendon fléchisseur.

c. *La technique de « M-Tang à six brins »*. Réalisation :

1. Un des fils boucles chemine dans le tendon à la manière d'un point « hémi-Kessler », pendant que l'autre fil boucle réalise un point de Tsuge classique.
2. Comparée à la technique de double Tsuge, la suture terminée expose peu de matériel supplémentaire à la surface, mais offre une suture plus solide avec six brins.

d. *La suture épitendineuse par surjet* :

1. Le surjet simple permet la finition de la suture, assure le glissement et limite les adhérences péritendineuses en favorisant la cicatrisation intrinsèque.
2. Le surjet selon Silfverskiöld est beaucoup plus complexe, plus ischémiant et expose plus le matériel de suture aux frottements. Il permet néanmoins le recalibrage d'un tendon œdématié, contus ou turgescent, à la manière d'un doigtier japonais d'arthroscopie.

choisi dépend de la conformation tendineuse, du type de rééducation post-opératoire prévu et de la pratique du chirurgien. La multiplication des trajets transversaux et des noeuds extratendineux augmente la résistance au glissement et l'accumulation de matériel intratendineux le volume de la suture.

Nous utilisons couramment plusieurs types de nœuds : le double Kessler, le double Tsuge, et une technique M-Tang à six brins en fonction de l'exposition et de la localisation de la lésion.

Dans la technique de double Kessler (figure 10.16a et 10.17b), les avantages sont nombreux avec un nœud intratendineux, une suture de bas coefficient de frottement à quatre brins dont la tension se répartit équitablement au serrage. Le point en cadre est réalisé selon le principe du *locking-loop* [25]. Les inconvénients sont une exposition parfois difficile et la solidité de toute la suture reportée sur un seul nœud. Nous utilisons cette technique en première intention lorsque la zone de suture est d'exposition facile. Elle assure la solidité de la réparation, l'étanchéité du péritendon et ne laisse apparaître que le seul nœud du surjet à la surface du tendon (figure 10.16d1).

La technique décrite par Tsuge (figure 10.16b et 10.17a) utilise des fils de PDS 4/0 boucle. La boucle est bloquée dans un des moignons puis le nœud extériorisé et bloqué dans l'autre extrémité tendineuse. Cette technique permet d'utiliser un des fils installé comme fil tracteur pour exposer puis maintenir l'approximation tendineuse pendant que l'opérateur noue l'autre brin. L'exposition et la position des nœuds par rapport aux poulies annulaires sont importantes : les nœuds sont, au mieux, placés en postérolatéral du tendon pour ne pas « buter » sur le rebord antérieur des poulies lors de l'excursion tendineuse. Dans le même ordre d'idée, les nœuds seront disposés longitudinalement de manière à se déplacer sans conflit : par exemple, en cas de lésion à l'entrée de A4, les boucles seront placées sous A4 et les deux nœuds dans l'intervalle A4-A2, ce qui permet une excursion de ceux-ci jusqu'au rebord distal de A2 avec une moindre résistance lors de la flexion. Les fils peuvent également être noués dans l'interface tendineuse en doublant le nombre de fils utilisés.

Une technique M-Tang à six brins [77, 78] (figure 10.16c) peut être utilisée sans nœud extériorisé supplémentaire : un point en cadre est réalisé avec un fil boucle de PDS 4/0 offrant donc quatre premiers brins, puis un simple point de Tsuge amenant deux brins supplémentaires est ajouté : l'encombrement intra- et extra-tendineux n'est guère plus important que la classique technique de Tsuge, mais avec une solidité supérieure.

Le surjet épitendineux, clé du glissement. Il vient finaliser la suture tendineuse et réduit la friction. La présence d'un surjet limite le risque de reprise chirurgicale ultérieure [20]. Il est réalisé avec attention et précision à l'aide de PDS ou de Prolene 6/0.

Un surjet simple suffit le plus souvent et doit systématiquement être réalisé (figure 10.16d1). Il nécessite une prise de 2 mm sur chaque extrémité, en tentant d'inverser la berge tendineuse par le cheminement de l'aiguille dans le tendon. Le nœud est placé également en intratendineux ou sur un bord postérolatéral. La face postérieure peut être commencée avant de nouer les fils axiaux.

Le surjet selon la technique beaucoup plus complexe de Silfverskiöld type A [66] est réservé aux extrémités tendineuses contuses ou turgescentes (figure 10.16d2). Ce maillage offre plus de résistance que le surjet simple mais au prix d'une ischémie et de frottements à l'excursion tendineuse majorés. Il aide surtout à recalibrer des moignons tendineux œdématiés ou dilacérés, à la manière d'un doigtier japonais d'arthroscopie. La prise des brins horizontaux en zone saine, à quelques millimètres de la tranche de section, offre une bonne tenue dans les cas où un surjet simple cisaille les fibres tendineuses (figure 10.19c).

La réparation tendineuse selon le niveau lésionnel

La réparation au niveau des doigts longs

La réparation en zone 1 (figure 10.18). Seul le tendon fléchisseur profond est sectionné. Le diagnostic doit être précoce car sa rétraction dans le canal digital complique l'acte technique et risque d'altérer la fonction demeurée jusqu'alors intacte du fléchisseur superficiel. Il faut systématiquement rechercher une section de la plaque palmaire IPD, porte d'entrée infectieuse pour une arthrite septique ou source d'instabilité IPD en cas de section complète.

La lésion en zone 1a

Le cas idéal est de retrouver le tendon fléchisseur profond encore attaché à sa *vincula* courte ; il est alors pratiquement sur place et sa réparation par suture directe ou par ancrage est facile et conduit généralement à un résultat fonctionnel satisfaisant. Lorsque la *vincula* courte a été arrachée, l'extrémité du tendon fléchisseur profond vient se bloquer généralement au niveau de la décussation du superficiel. Il convient d'étendre la voie d'abord et de procéder à l'extraction du tendon fléchisseur de la manière la plus atraumatique en évitant de manipuler et de léser les bandelettes du tendon superficiel.

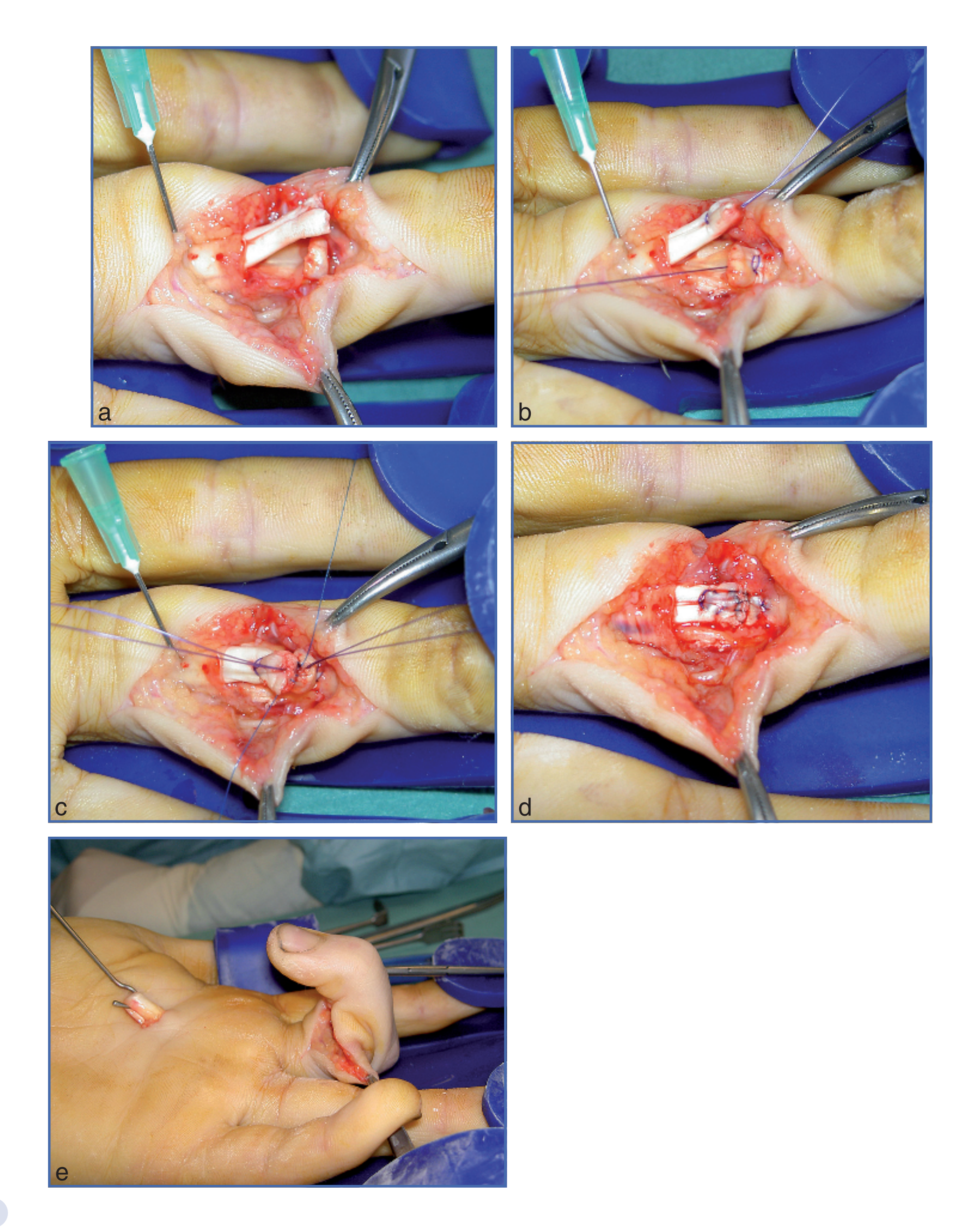


Figure 10.17

Suture tendineuse à quatre brins avec surjet péritendineux.
a. Plaie franche du fléchisseur profond en zone 2. Le fléchisseur profond extrait de la poulie A2 est fixé par une aiguille intradermique.
b. Deux fils axiaux en boucle de Tsuge émergent au milieu de la tranche de section.
c. Un point en cadre de Kessler selon le principe du *locking-loop* est mis en place.
d. Le point en cadre et la suture axiale sont noués dans l'interface tendineuse. Un surjet au Prolene 6/0 assure l'approximation du péritendon.
e. Une contre-incision dans le pli palmaire distal contrôle l'excursion du fléchisseur profond réparé dans le canal digital.

La réparation est confiée à une technique de *pull-out* ou à un ancrage. Le *pull-out* décrit par Bunnell [13] en 1940 a fait l'objet de modification en fonction du matériel disponible et de l'existence ou non de trajets transosseux. Nous utilisons un trajet extraosseux avec fixation sur l'ongle. Deux ou trois fils doubles de PDS 4/0 sont verrouillés dans le moignon tendineux, au minimum à 1 cm de la zone de section, et sont tractés dans la tranche de section tendineuse. Les fils sont alors débarrassés de leurs aiguilles et coupés à des longueurs différentes. Un artifice de cathétérisme en aller-retour entre deux aiguilles creuses permet de tracter les fils, d'abord dans une incision en gueule de requin à l'apex pulpaire, puis de les ramener en trans-unguéal. Ils sont alors passés au travers d'une rondelle de silicone et un brin de chaque longueur est passé dans l'orifice du plomb de maintien (figure 10.18a). Chaque brin est noué sur le plomb

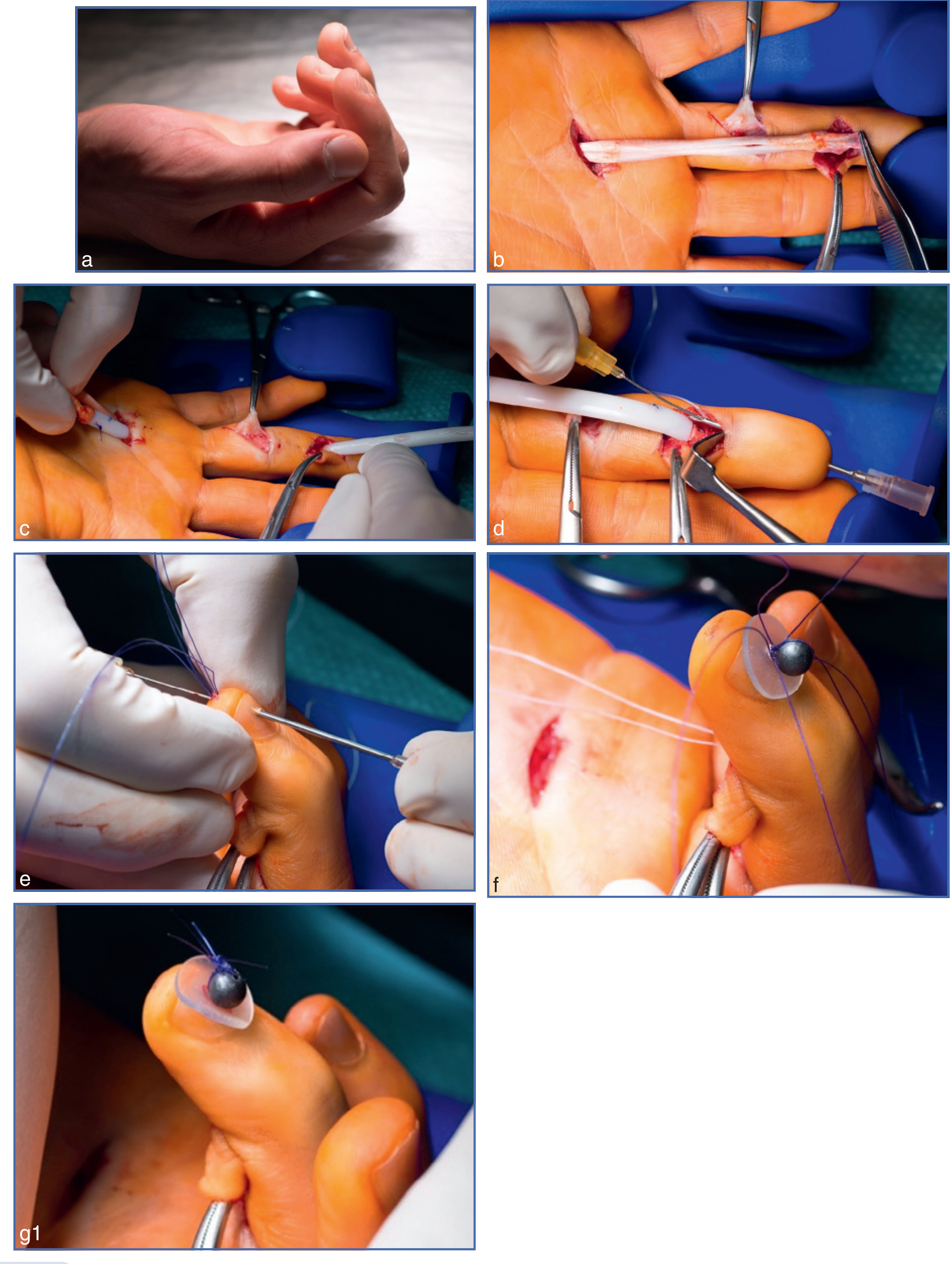
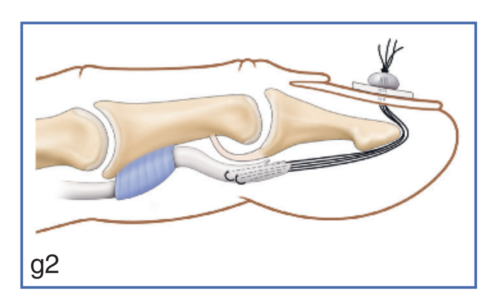


Figure 10.18

Réinsertion du tendon fléchisseur profond en zone 1.
a. Rupture du fléchisseur profond de D4 en zone 1.
b. Le tendon avulsé est extrait au pli palmaire distal.



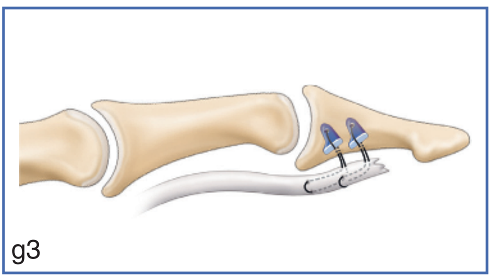


Figure 10.18

Suite.

c. Extraction atraumatique du fléchisseur en zone 1 par une tige de silicone.
d, e, f, g1, g2. Le fil de suture contourne la face palmaire de P3, puis il est extrait à la jonction pulpo-unguéale par une courte incision, passé en trans-unguéal, il est bloqué sur l'ongle par un plomb qui repose sur une rondelle de silicone.
g3. Réinsertion du tendon fléchisseur profond en zone avec deux ancres Microfix ® introduits de manière rétrograde pour augmenter la solidité de la réparation.

à son équivalent de même longueur. Il est primordial de doser correctement le serrage des nœuds afin d'affronter le tendon sur sa zone d'insertion (contrôle visuel), en discrète surtension (contrôle sur la cascade des doigts) et avec la même tension sur chaque couple de brins. Ce dernier élément permet d'avoir une vraie suture mécanique à quatre ou six brins et non une suture à deux brins principaux et deux brins accessoires. Les fils du *pull-out* seront coupés sous la rondelle de silicone à la 6e semaine post-opératoire.

Il est aussi possible de réinsérer le tendon par des ancres Mitek [29, 49] (figure 10.18b). Les études biomécaniques *in vitro* ont montré que deux ancres Microfix offrent une suture plus solide qu'une ancre Minilock unique [11]. Ces études conseillent une introduction rétrograde vers l'IPD, plutôt que perpendiculaire ou dans l'axe du tendon [65]. Après avoir préparé un trou cortical avec une mèche de 2,3 (Minilock) ou 1,3 (Microfix), l'ancreur est aisément introduit obliquement à la base de P3 et vient s'appuyer contre la corticale sous l'effet de traction du fil de suture. Un point en U selon le principe du *locking-loop* vient solidement plaquer le fléchisseur profond contre la corticale osseuse. Si la division du fléchisseur profond dans sa partie terminale est bien individualisée, il est préférable d'utiliser deux ancres Microfix. L'avantage d'une telle technique d'ancrage est d'éviter les risques de complications infectieuses ou de dystrophies unguéales que l'on observe avec les techniques de *pull-out*. Elle expose par contre au risque d'expulsion de l'ancre sous l'effet des tractions et introduit des nœuds dans le canal digital, au contraire de la technique de *pull-out* décrite. Il peut être difficile de mettre en place l'ancre si P3 est de petit calibre (P3 D5 chez une femme, par exemple). Cette technique est contre-indiquée chez l'enfant du fait de la plaque de croissance et du risque d'épiphysiodèse iatrogène.

La lésion en zone 1b

La réparation est confiée à une technique de réinsertion ou à une technique de type zone 2 en fonction de la qualité des moignons tendineux. C'est une zone tolérante où il faut néanmoins surveiller le bon coulissement de la suture sous A5 lors de la flexion. Une excision de cette poulie peut être nécessaire pour éviter tout blocage.

La lésion en zone 1c

La réparation est celle d'une lésion de zone 2. La technique est difficile car même si les moignons tendineux sont suffisamment longs pour autoriser une suture classique ; A4 est une poulie étroite et peu tolérante.

La réparation en zone 2 (figure 10.19). C'est la zone de toutes les difficultés puisqu'il faut réparer à la fois les tendons fléchisseurs superficiel et profond dans un canal digital réputé inextensible. C'est ici que l'adresse du chirurgien doit s'exercer pour rétablir une anatomie des tendons adaptée à celle du canal digital. La technique de réparation à quatre ou six brins s'applique à la réparation des tendons fléchisseurs superficiel et profond. Mais, plus on se rapproche de l'insertion distale des bandelettes du fléchisseur superficiel, moins celle-ci peut s'appliquer. Dans ce cas, l'opérateur se limitera à une réparation des bandelettes par des points en U. Si la réparation des deux tendons superficiel et profond s'avère impossible, ce qui est assez fréquent compte tenu de leur volume, il est préférable de sacrifier une des bandelettes du tendon superficiel pour

Figure 10.19

Réparation des tendons fléchisseurs superficiels et profonds en zone 2 de D4–D5.
a. La section des tendons de D4–D5 est totale. La cascade physiologique en flexion des deux derniers doigts a disparu.
b. Les bandelettes du tendon fléchisseur superficiel sont suturées par des points en U.
c. La réparation du fléchisseur profond de D4 et D5 utilise la technique de Kessler modifiée avec un surjet péritendineux selon Silfverskiöld.
d. Rééducation selon le protocole de Kleinert.
e, f. Résultat à 6 mois : seul subsiste un léger déficit d'extension de l'IPP de D5.

laisser de la place au tendon restant et éviter un blocage qui conduirait à une ténolyse secondaire. Pour éviter ce risque, Bakhach [4] a proposé un artifice pour dilater les poulies A2 et A4 (plastie de poulie en «oméga»). Il suffit de décoller les attaches périostées qui sont en continuité avec la poulie sur un des bords de la phalange.

Une des difficultés en zone 2 est de limiter l'ouverture du canal digital. Celle-ci peut se faire aisément sans altérer la biomécanique des tendons au voisinage des poulies croisées et on peut, à la rigueur, empiéter de quelques millimètres sur les poulies A2, voire A4. Cette ouverture s'effectue partiellement comme un véritable volet qui sera, en fin d'intervention, suturé à lui-même. Pendant la période de dissection, il est important de préserver la gaine synoviale qui, fine et translucide, n'est pas toujours apparente à l'œil nu. Elle sera retroussée en doigt de gant lors de la réparation du tendon fléchisseur, puis rapprochée à l'aide d'un surjet pour assurer l'étanchéité de la gaine synoviale. Cette réparation contribue à rétablir précocement le flux synovial et donc la nutrition des tendons.

La situation la plus favorable est le cas d'une plaie franche des tendons. La plaie cutanée est débridée en baïonnette

ou en T pour offrir une bonne vision du canal digital. L'idéal est d'utiliser la plaie de la poulie pour extraire, par massage de l'avant-bras et de la main, les extrémités proximales du tendon ou, si la rétraction est trop importante, d'employer une tige en silicone comme cela a été décrit plus haut (figure 10.14). L'extrémité distale est récupérée par flexion des IPP et IPD. Si les extrémités tendineuses sont contuses, une recoupe économique de quelques millimètres est réalisée avec les clamps de Viktor Meyer.

Les tendons sont transfixiés par de petites aiguilles intradermiques à travers les poulies pour éviter toute tension au niveau de la suture (figure 10.19b). On place les points axiaux qui ne sont pas d'emblée noués. Le surjet épitendineux postérieur à l'aide d'un fil de 6/0 débute à la face postérieure. Il peut être judicieux de retirer alors une des aiguilles intradermiques, ce qui permet de régler avec précision la tension de serrage pour éviter un phénomène d'accordéon ou de pérenniser au contraire un *gap* sur le tendon. Le réglage de la tension doit être identique sur chacun des brins axiaux afin de répartir équitablement les contraintes.

La réparation tendineuse s'achève en complétant le surjet épitendineux au PDS 6/0. Les aiguilles intradermiques enlevées, le ou les tendons réparés réintègrent le canal digital et la gaine synoviale est éventuellement suturée au fil de PDS 6/0. La mobilisation du tendon sous les poulies confirme l'absence d'accrochage sur l'ensemble de sa course.

La réparation en zone 3. C'est une zone de bon pronostic car la lésion siège dans la paume de la main. Il est nécessaire de réparer les lésions des fléchisseurs superficiel et profond ainsi que les pédicules vasculonerveux. La moindre contrainte de diamètre de suture à ce niveau permet d'utiliser un fil de PDS 3/0 qui augmente encore la solidité de la réparation. Nous utilisons alors une technique de double cadre de Kessler noué dans la tranche de section (figure 10.16a). Lorsque la lésion siège au voisinage de la poulie A1, qui fait partie de la zone 2, il convient de s'assurer que lors de l'extension totale du doigt, la zone de suture ne vient pas buter à l'entrée de cette poulie. Si c'est le cas, il est légitime d'en faire l'ouverture partielle. Il est cependant préférable de garder toujours une portion de poulie A1 car on connaît son importance biomécanique à la fois pour les tendons et pour le maintien de la stabilité de l'articulation métacarpophalangienne.

La réparation en zone 4. C'est la zone du canal carpien. Les lésions sont sévères car elles associent à la lésion des fléchisseurs superficiel et profond celles du nerf médian et du long fléchisseur du pouce. L'ouverture du ligament annulaire du carpe dans sa totalité est un impératif pour éviter toute compression secondaire du nerf médian. Il est souhaitable de préserver la fonction à la fois des tendons fléchisseurs superficiel et profond afin de disposer du capital des fléchisseurs superficiels lorsqu'il s'agira ultérieurement de restaurer une fonction déficiente par transfert tendineux, en cas par exemple, d'une paralysie de l'opposition. Par souci de gain de temps, nous utilisons à ce niveau une technique de Tsuge au PDS 4/0. En effet, lors de lésions multi-tendineuses, un point de Tsuge est fixé immédiatement sur chaque tendon dès son repérage et ce de chaque côté de la plaie. Ceci sert de fil tracteur, d'aide à l'exposition et permet une suture avec le moignon correspondant une fois tous les tendons retrouvés. Cette zone est un peu moins exigeante quant à la qualité d'approximation des sutures ; malgré tout, dans la mesure où les tendons superficiel et profond sont réparés, il convient d'être minutieux et de réaliser une réelle étanchéité péritendineuse par surjet pour éviter l'agglutination des tendons en un monobloc cicatriciel. Il est également utile de préserver l'abondante gaine synoviale qui contribue au glissement et à la nutrition des tendons.

La réparation en zone 5 (figure 10.20). Situées entre la jonction musculotendineuse et le canal carpien, ces lésions sont fréquemment associées à des lésions des fléchisseurs du poignet, du nerf médian, du nerf cubital et des vaisseaux principaux, c'est-à-dire l'artère cubitale et radiale. C'est le fameux *spaghetti-wrist* et la réparation de ces lésions doit être globale sur le plan tendineux et vasculonerveux. Il n'est pas nécessaire de réaliser des sutures parfaitement étanches à ce niveau, bien qu'elles soient préférables pour éviter la colonisation fibroblastique intempestive qui risque

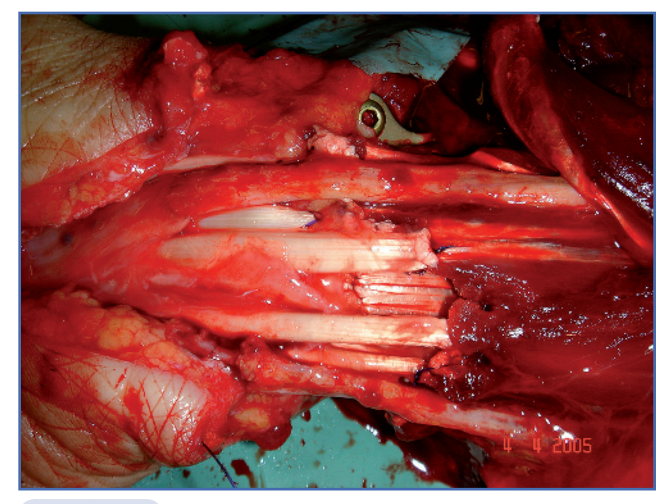


Figure 10.20

Plaie complexe de la face antérieure du poignet en zone 5.
Tous les éléments tendineux et vasculonerveux ont été réparés. Il est préférable de retarder de dix jours les protocoles de mobilisation précoce afin d'éviter toute tension au niveau des sutures nerveuses.

de compromettre la réparation nerveuse. De même, il est important de réparer l'appareil fléchisseur du poignet, en particulier le grand palmaire et le cubital antérieur, mais aussi le petit palmaire qui pourra servir ultérieurement à une greffe tendineuse. La technique de double Tsuge décrite ci-dessus offre un gain de temps important dans ce cas. Les sutures seront réalisées de manière systématique de la profondeur vers la superficie pour n'oublier aucun élément (FCP, LFP, FCS, fléchisseurs du poignet, nerfs et artères). Un point en cadre de PDS 3/0 peut venir renforcer la suture de PDS 4/0 sur les fléchisseurs du poignet ou la lame tendineuse commune des FCP, car le volume des sutures n'est pas aussi important qu'en zone 2.

La réparation des plaies du long fléchisseur du pouce

En zone T1, la réparation du long fléchisseur peut s'effectuer selon les mêmes techniques proposées pour la zone 1 des doigts longs (figure 10.18).

Lorsque la lésion se situe en *zone T2*, la voie d'abord peut être délicate si le tendon est rétracté au niveau de la masse thénarienne. L'approche chirurgicale peut s'avérer dangereuse pour la branche motrice du nerf médian. Il est donc préférable de réaliser une contre-incision au niveau du poignet pour extraire le long fléchisseur du pouce, le solidariser avec une tige de silicone (TCU Arex) et le tracter jusqu'au niveau de la zone 2 pour le suturer selon les principes classiques utilisés pour la réparation des tendons au niveau du canal digital (figure 10.14).

Réparation en zone T3-T4. Les problèmes techniques sont superposables à ceux rencontrés pour les tendons fléchisseurs superficiels en zones 4 et 5, mais la zone thénarienne reste techniquement d'un abord difficile.

La réparation des plaies partielles

S'appuyant sur les travaux expérimentaux réalisés chez le poulet, Ollinger, Wray et Weeks [57] préconisent l'abstention chirurgicale pour la réparation de plaies partielles touchant jusqu'à 75 % de la surface du tendon. Al Qattan [60] confirme cette attitude *in vivo* pour les lésions jusqu'à 50 %. Il propose ainsi une résection latérale de la zone lésée pour éviter la constitution de *flaps* tendineux qui provoqueraient un ressaut. Ce n'est pas l'avis de Kleinert [33], qui propose de réaliser au minimum pour les plaies partielles mineures un surjet épitendineux, voire une suture conventionnelle si la section est plus importante. Cette attitude thérapeutique semble la plus appropriée, en particulier en zone 2, car toute plaie des tendons fléchisseurs va appeler une réaction fibroblastique intense pouvant constituer de véritables nodules tendineux qui créeront un phénomène de doigt à ressaut, voire un blocage. Ces lésions une fois réparées ont la possibilité de bénéficier d'une mobilisation précoce protégée avec un risque de rupture pratiquement nul.

Les pertes de substance tendineuse

Les traumatismes étendus de la main s'accompagnent de perte de substance tendineuse ou de contusions étagées qui impose leur résection. Si le revêtement cutané est de qualité, il est préférable en urgence de réparer les poulies les plus importantes (A2, A4) et de mettre en place un tendon conformateur universel (TCU Arex) en silicone selon la méthode de Hunter [28] pour préparer la surface de glissement et la néogaine de la future greffe qui sera généralement réalisée huit semaines plus tard. Si la perte de substance tendineuse est purement digitale, la tige de silicone est fixée à la phalange distale et sa partie proximale est libre dans la paume de la main en zone 3. En revanche, si la lésion est extensive, la tige de silicone sera longue et laissée libre en zone 5.

Réparation des tendons fléchisseurs chez l'enfant

La première difficulté en matière de chirurgie des tendons fléchisseurs de l'enfant concerne le diagnostic. Chez un patient trop jeune pour collaborer efficacement au *testing* clinique, les lésions des tendons fléchisseurs peuvent être méconnues. La période post-opératoire est également source de difficultés car, plus encore que chez l'adulte, le protocole de rééducation doit être adapté à l'âge et au niveau de compréhension du patient.

Sur le plan technique, la réparation s'effectue selon les mêmes principes que chez l'adulte. Mais la faible taille des tendons ne permet pas de combiner une suture selon Kessler modifié à une suture axiale de Tsuge. Si la taille du tendon est suffisante, le point en cadre de Kessler modifié selon le principe du *locking-loop* s'avère plus solide que le seul point axial de Tsuge. Un fil de Tsuge est utilisable, mais d'un diamètre inférieur (5/0) compte tenu du faible calibre tendineux. Dès cette étape, l'opérateur doit avoir en tête le programme post-opératoire qui sera utilisé. Ainsi, lorsque l'âge de l'enfant impose une immobilisation totale, tout doit être fait, en cours d'intervention, pour aboutir à une suture morphologiquement parfaite et une reconstitution anatomique des plans de glissement. En effet, toute

imperfection technique est source d'adhérences qui ne pourront être réduites par la mobilisation post-opératoire.

Dans cet esprit, quelques modifications techniques peuvent trouver ici leur champ d'application. La suture première de l'épitendon [64] est un artifice qui consiste à réaliser la suture circonférentielle épitendineuse avant même le serrage du point en cadre de Kessler ou de la boucle de Tsuge. Son objectif est de permettre un réglage parfait de la tension du fil centrotendineux. La reconstitution de la morphologie externe du tendon par le surjet offre un repère précieux à ce réglage : tout excès de tension déforme « en tampon de wagon » la zone de suture. Les séquences à observer pour effectuer cette réparation avec suture première de l'épitendon sont les suivantes (figure 10.16a, b, d1) :

- passage et ancrage de la boucle de Tsuge au niveau de l'extrémité proximale; un second fil de Tsuge est mis en place au niveau de l'extrémité proximale;
- réalisation de l'hémi-surjet postérieur;
- les deux fils de Tsuge sont noués dans l'interface tendineuse;
- reprise du surjet qui se poursuit au niveau de l'hémi-circonférence antérieure.

Lorsque le point en cadre de Kessler modifié est préféré à la suture de Tsuge, l'hémi-surjet postérieur débute avant la confection du point en cadre.

L'usage d'un fil de Prolene 8/0 donne toute satisfaction pour cette variante de la réparation en zone 2. La petite taille de son aiguille est propice à une manipulation à travers la tranche de section tendineuse. Nous avons l'habitude de réaliser les différents temps de réparation sous le champ d'un microscope opératoire, ce qui augmente le confort de l'opérateur et facilite ces différents temps de suture dont l'objectif, nous le rappelons, est une réparation proche de la perfection du point de vue morphologique.

On peut souligner ici que la force tensile d'une suture terminée (sa résistance à la rupture) n'est qu'un des éléments pronostiques de la réparation. En effet, pour une même résistance mécanique de la suture tendineuse, le risque de rupture sera d'autant plus élevé que les contraintes seront grandes lors de l'excursion tendineuse. La restitution d'une morphologie idéale au niveau de la zone de suture, outre qu'elle minimise les adhérences, est un des moyens de diminuer les contraintes lors du glissement du tendon sous ses poulies de réflexion. La fermeture de la gaine synoviale, déjà évoquée chez l'adulte, termine cette réparation « idéale ». Il est probable que cette fermeture, lorsqu'elle est possible, réduit les adhérences post-opératoires.

La réparation des lésions associées

Les lésions vasculonerveuses associées aux plaies des tendons fléchisseurs sont fréquentes au niveau de la chaîne digitale. On sait que le pronostic fonctionnel d'une chaîne digitale est lié directement à l'état de sa sensibilité, mais également de sa trophicité. Par ailleurs, la qualité de la cicatrisation tendineuse est dépendante de celle de la vascularisation du tendon et de son environnement tissulaire. C'est pour ces différentes raisons qu'il est impératif de réaliser en urgence dans les meilleures conditions techniques la réparation à la fois des vaisseaux et des nerfs. Il a été largement démontré qu'une plaie vasculaire devait être réparée dans les 6 heures et qu'une suture nerveuse devait également bénéficier des techniques microchirurgicales en urgence. Ces principes s'appliquent à tous les niveaux lésionnels, de la zone 1 à la zone 5. La réparation des lésions neurovasculaires dans les zones 1, 2 et 3 n'implique pas de mise sous tension lors de la mobilisation précoce protégée si les articulations métacarpophalangiennes sont maintenues à 60° de flexion. En revanche, en zone 4, 5 et 6, il est préférable de retarder de dix jours la mobilisation des tendons fléchisseurs réparés pour limiter toute tension et risque de fibrose autour des réparations nerveuses (voir chapitre 14) (figure 10.20).

L'association à une fracture du squelette métacarpophalangien ne contre-indique en aucun cas la réparation primaire des tendons fléchisseurs dans la mesure où la réduction de la fracture est quasiment anatomique et ne vient pas modifier la configuration du canal digital. Bien au contraire, une ostéosynthèse stable et solide autorisera la mobilisation précoce et évitera le développement d'adhérences tendinopériostées.

Dans les plaies les plus graves, c'est sans doute le problème de la couverture cutanée qui va dominer le pronostic. Il ne sert à rien d'effectuer des réparations complexes du squelette, des tendons fléchisseurs et des pédicules vasculonerveux s'il n'est pas possible en urgence d'assurer la couverture par un revêtement cutané de qualité. C'est pour cette raison que le chirurgien, face à des plaies contuses voire à des pertes de substance cutanée importantes, devra trouver une solution de couverture en urgence qui fera le plus souvent appel à des lambeaux locaux homodigitaux, hétérodigitaux, voire à des lambeaux pédiculés de plus grande surface, type lambeau interosseux ou lambeau chinois lorsque les lésions sont multidigitales et étendues à la paume de la main et au poignet (voir chapitre 9).

Au terme de ces réparations, l'utilisation de matériaux anti-adhérences s'avère utile comme le Divide (Mitek) en zone 3, 4 et 5 afin de séparer les tendons des réparations vasculonerveuses et du revêtement cutané [52].

Pansement, appareillage et techniques de mobilisation protégée

Prise en charge post-opératoire après chirurgie des tendons fléchisseurs de l'adulte

Le principe du traitement est de favoriser la cicatrisation intrinsèque par rapport à la cicatrisation extrinsèque source d'adhérences et donc de raideur. Des études expérimentales [23] démontrent la supériorité de la mobilisation post-opératoire précoce, qu'elle soit passive ou active, par rapport à l'immobilisation.

La mobilisation améliore la trophicité et la qualité de la surface de glissement tendineuse, elle diminue les adhérences péritendineuses, augmente la résistance de la suture à la traction, induit une cicatrisation intrinsèque de qualité et entretient la mobilité articulaire.

Cependant, le risque de rupture tendineuse existe et il convient d'être prudent dans les mobilisations, particulièrement dans les trois premières semaines post-opératoires, période où le risque est maximal par diminution de la résistance à la traction du tendon suturé. La rééducation des tendons fléchisseurs se divise schématiquement en deux périodes : une phase de protection de J3 à J45 et une phase de renforcement après la 6e semaine.

La phase de protection correspond à la période de cicatrisation lente où le tendon reste fragile : le but est de le laisser lentement consolider tout en tentant de limiter les adhérences par un coulissement tendineux. On insistera sur une période de grande fragilité tendineuse lors des 2e et 3e semaines. Cette phase de protection est adaptée en fonction du patient, des lésions et de leur réparation, des possibilités organisationnelles : on choisit un protocole de mobilisation passive, active ou l'immobilisation.

La phase de renforcement est commune, quel que soit le protocole initial. Elle vise à restaurer les amplitudes articulaires perdues lors de la phase de protection et à lutter contre les adhérences. Le tendon est ici solide et peut progressivement être sollicité en force. La mobilisation et les orthèses récupèrent le secteur d'extension (notamment IPP et MP) et la main est réintégrée dans les activités quotidiennes légères. Le travail en force croissant permettra de rompre des adhérences résiduelles au-delà du 2e mois. Les activités très lourdes seront reprises à partir du 3e mois.

Prise en charge post-opératoire immédiate

Durant les trois premiers jours post-opératoires, le pansement doit être compressif afin d'éviter hématome et œdème qui sont des complications redoutables de la chirurgie de la main. En effet, ils conduiront à l'installation d'une fibrose tissulaire néfaste, augmenteront le volume du doigt, la difficulté à le mobiliser et donc les contraintes tendineuses. On insistera également sur la surélévation de la main dans une écharpe en position debout ou sur un coussin en position allongée.

L'attelle plâtrée initiale est longue, incorporée au pansement et protège les sutures. Il faut veiller à ce que la partie plâtrée de l'attelle stabilise bien le poignet et déborde légèrement l'extrémité des doigts pour une protection optimale contre l'accrochage fortuit du doigt lors des mouvements du membre supérieur. Elle est placée en dorsal, fléchit le poignet à 30°, fixe les métacarpophalangiennes à 40° et les IP à 30°. C'est la position de détente maximale de l'appareil fléchisseur. Cependant, cette position peut être modulée dans le cas d'une réparation optimale avec suture résistante sans traction et sur un tendon d'excellente qualité. La protection de la suture fera appel à l'effet ténodèse : la mise en extension d'une articulation doit absolument être compensée par une flexion plus importante des articulations adjacentes. Ainsi, si les MP peuvent être fléchies entre 60° et 80°, on commencera par diminuer le flexum IPP, puis uniquement si la traction reste faible, le poignet sera placé en rectitude ou discrète extension de 10°. Ceci permettra d'une part de limiter la raideur IPP induite par l'immobilisation et, d'autre part, améliorera le confort du patient car la flexion prolongée du poignet est parfois gênante.

Au 3e jour, le pansement est enlevé et si l'état cutané et l'œdème de la main l'autorisent, l'attelle plâtrée laisse place à une orthèse en matériau thermoformable amovible adaptée sur mesure à l'anatomie dorsale de la main et du poignet (figure 10.25a) : elle protège les sutures tendineuses, facilite les soins et la réalisation des techniques de mobilisation selon le principe de Kleinert [33, 34, 35, 36], de Duran [19], de Strickland [69] ou d'Elliott [3]. Cette orthèse doit régulièrement être retouchée pour suivre la forme de la main, dépister les points d'appui ou d'inconfort, corriger la perte de maintien lors de la fonte de l'œdème. Les pansements sont les plus fins possible, laissant la pulpe libre et ne doivent pas entraver les mouvements, notre préférence allant vers les pansements tubulaires. Une interface non adhérente (type Urgotul® ou Mepitel®) permet, au début, des changements plus confortables.

Prise en charge post-opératoire entre J3 et la J45 : les protocoles de rééducation après réparation des tendons fléchisseurs varient selon les écoles mais surtout en fonction de la nature des plaies, de l'environnement de rééducation disponible et de la compréhension de l'opéré. Il faut réussir à juger de ces éléments le plus vite possible et, en cas de doute, prendre l'option la moins risquée. Cette rééducation est choisie par l'opérateur qui a réalisé la suture car il est le plus apte à juger des conditions locales (solidité de la suture, réparation de poulies, lésions associées) et il est le responsable de la prise en charge.

On distingue quatre options principales :

- immobilisation stricte durant quatre semaines ;
- mobilisation passive selon le protocole de Duran modifié ;
- mobilisation activopassive selon le protocole de Kleinert ;
- mobilisation active selon le protocole de Strickland ou d'Elliott.

L'immobilisation stricte pour quatre semaines est réservée à la réimplantation-dévascularisation et au patient non compliant.

La réimplantation digitale associe lésion de l'extenseur et du fléchisseur, avec un risque important de distension tendineuse de l'extenseur : la mobilisation sera initiée après trois à quatre semaines en fonction de l'état vasculaire, cutané et de la solidité des réparations tendineuses. Pour les revascularisations, nous préférons démarrer la rééducation au bout de deux semaines, le temps que le flux artériel se régularise et puisse supporter des flexions digitales. Dans le cas de réparations nerveuses collatérales ou d'une artère sans dévascularisation, le résultat final est surtout influencé par la lésion des fléchisseurs et nous préférons une mobilisation immédiate.

Un patient ingérable ou ne pouvant contrôler finement sa main sera également immobilisé par orthèse voire une résine circulaire en fonction du contexte. Ce choix concerne les patients déments et psychotiques, imprudents, éthyliques majeurs et les enfants avant 10 ans. Un patient dans le coma ou un enfant plus âgé pourront bénéficier d'un protocole de Duran, réalisé par un kinésithérapeute ou une tierce personne éduquée.

Le protocole de Duran est une mobilisation passive exclusive [19] (figure 10.21). Il peut être utilisé dans les cas difficiles (suture fragile ou contexte), mais il sert le plus souvent d'échauffement articulaire et tendineux en préparation d'une séance d'un des autres protocoles.

La flexion active des doigts est interdite. Toutefois en cas de lésion des doigts cubitaux, l'index peut être libéré du fait de son indépendance relative afin de préserver l'autonomie du patient. Les mobilisations sont exclusivement passives dans l'orthèse. Elles sont initiées par le kinésithérapeute et enseignées au patient afin qu'il les réalise quotidiennement. La finalité étant d'obtenir un glissement des fléchisseurs sans autre tension que la friction gaine-sutures tout en favorisant l'organisation longitudinale des adhérences. Le déplacement tendineux est en revanche très faible, entre 0 et 2 mm.

La mobilisation consiste en une flexion analytique de chaque articulation, puis globale de chaque rayon digital, jusqu'à obtenir une flexion maximale avec écart pulpopalmaire à 0 cm.

Le travail se fait ensuite en extension analytique IPP, IPD, éventuellement MP, les articulations sus- et sous-jacentes seront absolument maintenues en flexion pour ne pas exercer de traction sur la suture (ex. : extension de l'IPP en gardant le poignet et la MP en flexion, inversement extension de la MP avec IPP et IPD en flexion). Il faut insister en particulier sur la mobilisation en extension de l'IPP car le flexum est fréquent en raison de l'œdème, des douleurs et de la cicatrisation tendineuse en zone 2.

Ces mobilisations sont effectuées chaque jour, dix fois par articulation et toutes les deux heures.

Chez un patient compliant, le poignet et les MP peuvent être travaillés, en autorééducation ou par le kinésithérapeute, et imposent d'utiliser les effets ténodèses. Ce protocole nécessite de sortir de l'orthèse, ce qui est parfois l'occasion d'erreurs. Chez les patients les plus difficiles, il est donc préférable de se limiter au travail de l'IPP et de l'IPD en maintenant l'orthèse en place.

En cas de travail du poignet, on procède à l'extension du poignet jusqu'à 30° en maintenant la flexion passive globale maximale des doigts. Puis on demande au patient de relâcher le poignet vers la flexion qui doit s'accompagner d'une extension automatique des doigts. La mobilisation en extension du poignet permet d'atténuer les douleurs et l'œdème de la face dorsale de la main induits par la position en flexion du poignet, d'entretenir la mobilité articulaire et d'accroître l'excursion de la réparation tendineuse par l'effet ténodèse.

La mobilisation passive du pouce respecte les mêmes grands principes que celle des doigts longs : la mobilisation analytique en flexion-extension de l'IP et de la MP implique le respect de la position de détente du fléchisseur (poignet en flexion à 20°, 1er métacarpien en antépulsion et abduction, MP à 20° de flexion). Puis le poignet est mobilisé à 30° d'extension, le pouce étant maintenu en flexion complète sous les doigts longs en flexion.

Figure 10.21

Mobilisation passive protégée selon Duran.
a. L'orthèse statique fixe le poignet et les MP en flexion et les IPP en extension.
b. L'IPD est mobilisée passivement avec un contre-appui bloquant l'IPP en extension.
c. L'IPP est mobilisée passivement, l'IPD est maintenue en extension.

Le protocole de Kleinert ou mobilisation activopassive [50] (figures 10.22 et 10.23) doit être enseigné à l'opéré par le kinésithérapeute après la confection de l'orthèse avec beaucoup de patience et de rigueur. Elle sera réalisée par le patient lui-même durant les quatre premières semaines et c'est un bon moyen de responsabiliser le patient vis-à-vis de son traitement. Il est installé coude fléchi à 90°, avant-bras à la verticale et en pronation, doigts fléchis dans l'orthèse. Dans cette position, l'appareil fléchisseur des doigts est en détente maximale et la mise en extension active des doigts ne déclenche pas de contracture réflexe (*stretch reflex*, comme nous l'avons démontré à travers une étude électromyographique faite par Paquin)[50]. On demande au patient d'effectuer une extension active complète, simultanée des IPP et IPD de tous les doigts contre la résistance de l'élastique jusqu'à venir buter contre l'auvent dorsal de l'orthèse. Le retour en flexion passive est assuré par l'élastique, sans aucune

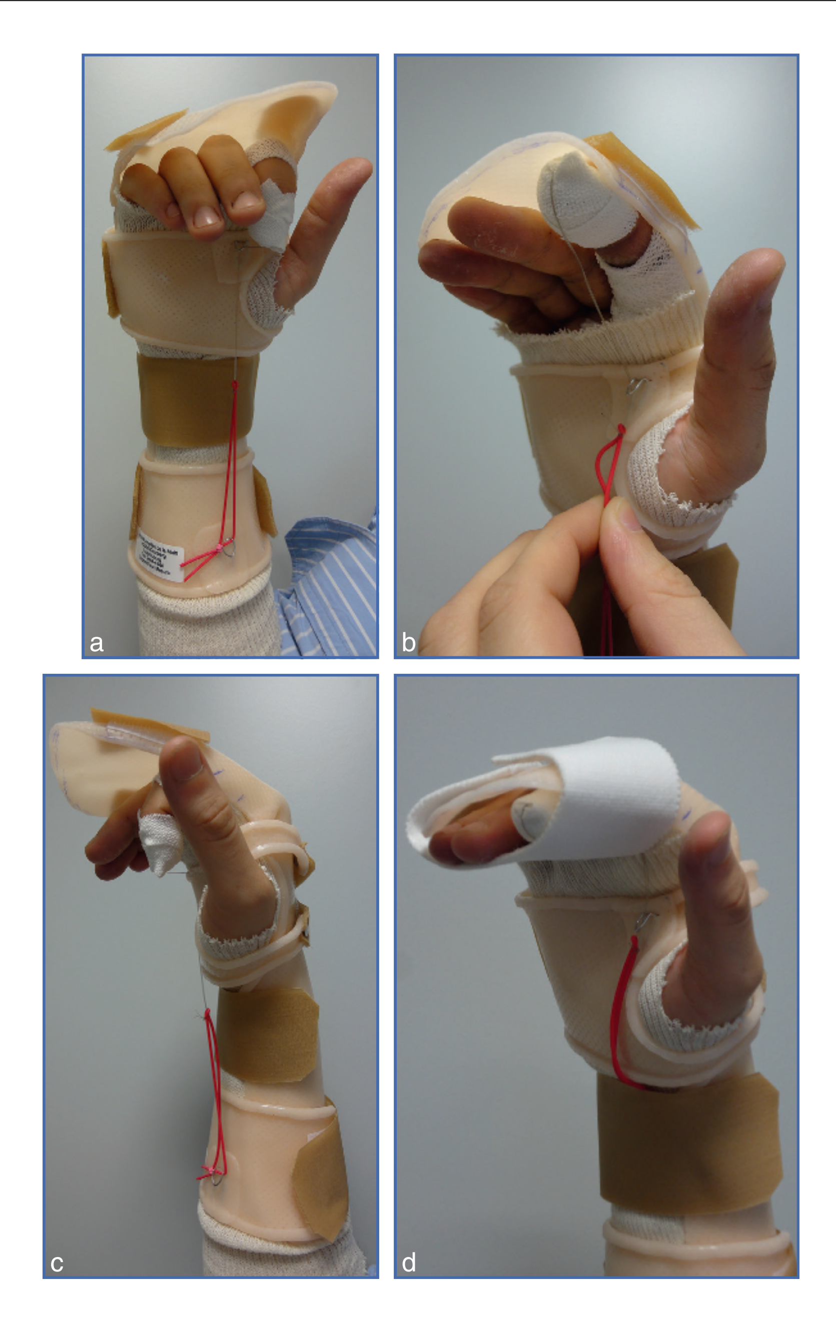


Figure 10.22

Mobilisation selon Kleinert d'une plaie des tendons fléchisseurs en zone 2 de l'index.
a. Au repos, le doigt opéré est fléchi au niveau de l'IPP et de l'IPD grâce à la poulie de réflexion de l'élastique.
b, c. L'extension active du doigt opéré déploie successivement IPP et IPD afin que les deux tendons fléchisseurs superficiel et profond soient mobilisés. Le patient aide le mouvement par détente de l'élastique.
d. Les chaînes digitales sont maintenues en extension contre l'auvent dorsal à l'aide d'une bande Velcro®.

contraction active des fléchisseurs. Des séries de dix à vingt mouvements sont répétées six fois par jour.

La mise en flexion permanente des doigts dans l'orthèse et la réalisation incorrecte des exercices risque d'entraîner un flexum des IPP. Il est donc conseillé au patient de détacher les élastiques et de mobiliser les IP en extension contre l'auvent dorsal et de fixer les chaînes digitales à l'aide d'une bande Velcro® élastique par séquence d'une heure deux fois par jour.

Du 5e au 10e jour en raison de la fragilité tendineuse, le nombre de mouvements est diminué de dix à cinq, six fois par jour. Le but étant de mobiliser le tendon souvent mais brièvement pour assurer son glissement. Au cours de ces exercices, il faut éviter à tout prix de tenir le mouvement en fin d'extension, de plier activement les doigts au retour et de lutter contre l'auvent dorsal par les MP en contractant les extenseurs.

Figure 10.23

Orthèse de suppléance selon Kleinert pour plaie en zone 2 du long fléchisseur du pouce.
a. La poulie se situe en regard de la tête du 1er métacarpien ; une seconde poulie est située en regard du 5e métacarpien.
b. La nuit, l'IP du pouce est maintenue en extension par un anneau de Velcro®.

Pour le pouce l'opéré doit effectuer une extension active de l'IP jusqu'à la butée contre l'orthèse.

Ce protocole de Kleinert implique un suivi hebdomadaire de l'opéré afin de s'assurer de la bonne exécution des exercices, de l'absence d'enraidissement et de l'adaptation de l'orthèse. On vérifiera en particulier la fixation unguéale des élastiques et l'ajustement parfait de l'orthèse qui a tendance à glisser en distal sous l'effet des élastiques et de la forme conique de l'avant-bras.

La mobilisation active offre le plus d'excursion tendineuse mais expose au risque de rupture. La finalité de cette mobilisation active est d'obtenir au 10e jour post-opératoire une flexion active au pli palmaire distal afin d'assurer le glissement tendineux. Cette mobilisation active est entreprise à condition que l'œdème soit modéré et que la mobilisation passive globale en flexion du doigt lésé soit complète. Il faut par ailleurs une suture solide avec un tendon de bonne qualité et surtout un patient très compliant, appliqué et prudent.

Le poignet et les chaînes digitales sont maintenus dans l'orthèse de protection tendineuse en dehors des séances de mobilisation.

On distingue deux types de mobilisations actives précoces : le placé-tenu selon Strickland et la mobilisation active globale sans résistance selon Elliott.

Dans le protocole de Strickland (figure 10.24), l'opéré est placé coude fléchi à 90°, avant-bras vertical en pronosupination indifférente. La main du rééducateur ou celle saine du patient amène passivement le doigt lésé ainsi que les autres doigts en flexion globale jusqu'au contact pulpopalmaire, puis il effectue une extension simultanée passive du poignet jusqu'à 30°. Dans cette posture, on demande une contraction douce synchrone de tous les fléchisseurs de cinq secondes visant à maintenir le contact pulpopalmaire avec la plus petite contraction possible. C'est la technique dite du « placé-tenu ». Après ces cinq secondes, le patient relâche la contraction, laisse basculer le poignet en flexion passivement par la pesanteur, ce qui entraîne automatiquement l'extension passive des doigts (effet ténodèse). Les exercices sont répétés dix fois, trois à quatre fois par jour. Il faut veiller, lors de la phase de flexion, à ce que le doigt lésé se contracte effectivement et ne soit pas entraîné passivement par ses voisins ; lors de la phase d'extension, il ne faut pas tracter les doigts en extension avec la main saine. L'orthèse est portée en permanence entre les séances, mais retirée lors de la séance, source d'un risque de mauvaise compréhension et donc de rupture.

Dans cette technique, la contraction est souvent difficile à percevoir ou n'est pas réalisée, nous avons donc modifié le protocole [30] pour pallier ce manque. Les MP étant placées en flexion maximale, le kinésithérapeute recherche quelle est la position en flexion des IP où le patient peut contracter ses fléchisseurs en isométrique. À partir de cette position, on demande à l'opéré de contracter cinq secondes ses fléchisseurs et de relâcher poignet et doigts comme précédemment. Progressivement, on essaie par la contraction de diminuer l'écart pulpopalmaire.

Pour le pouce, en l'absence d'œdème et si la flexion passive du pouce est complète, le patient effectue en même temps une extension de 30° du poignet (c'est le « placé ») et maintient pendant cinq secondes la flexion de l'IP (c'est le « tenu »). Ensuite, le relâchement des fléchisseurs s'accompagne d'une flexion du poignet entraînant l'extension du pouce par effet ténodèse. Cet exercice est répété dix fois par jour.

La mobilisation active globale sans résistance selon Elliot [3, 22] (figure 10.25) offre l'avantage d'éviter les sorties répétées en dehors de l'orthèse. Le poignet est placé à 20° de flexion, les MP à 40°, les IP en très légère détente. Après échauffement selon Duran, le patient effectue une fermeture des doigts synchrone sans résistance. En dehors des séances, un Velcro® stabilise les IP en rectitude. Ce protocole sollicite directement la suture, qui doit être solide, au mieux avec un FCS réparé ou intact en cas de lésion FCP.

Figure 10.24

Mobilisation active selon Strickland ou technique du « placé-tenu ».
a, b. Orthèse de protection d'une plaie en zone 2 du long fléchisseur du pouce portée en dehors des séances de mobilisation active.
c. L'opéré est placé coude fléchi à 90°, avant-bras vertical en prosupination indifférente, le pouce est amené passivement en flexion par le rééducateur tout en effectuant simultanément une extension passive du poignet à 30° : c'est la phase dite du « placé ».
d. L'opéré doit réaliser pendant 5 secondes une contraction douce afin que le pouce soit « tenu » dans sa position de flexion. Puis, il relâche sa contraction et fléchit le poignet. Par effet ténodèse, le pouce et les doigts longs s'étendent.

En effet, en l'absence de FCS, l'enroulement global reposera exclusivement sur la suture du FCP, ce qui expose à un risque majoré de rupture.

Indications

En dehors des cas exceptionnels d'immobilisation stricte détaillés plus haut, la mobilisation précoce, qu'elle soit passive ou active, est toujours préférable.

Les protocoles exposés plus hauts peuvent être appliqués isolément pendant les six premières semaines, pour des raisons de compréhension du patient ou de simplicité organisationnelle.

Dans notre pratique, ils sont en fait le plus souvent combinés avec association Duran-technique active. La mobilisation passive entretient les mobilités articulaires, facilite et prépare le glissement tendineux pour le temps actif. Ce dernier apporte une excursion tendineuse plus importante contre les adhérences et pour stimuler la pompe synoviale. Le protocole de Strickland est souvent d'exécution complexe par le relâchement qu'il nécessite, la bonne compréhension de la séquence et les sorties répétées en dehors de l'orthèse. Notre préférence va à la technique sûre de Kleinert, pour les lésions en zone 2 et 3. Elle nécessite un orthésiste compétent et disponible. Elle n'est pas adaptée aux réparations par *pull-out* en zone 1 car ce protocole n'assure pas la mobilisation du fléchisseur profond. Il est préférable d'assurer une flexion active de l'IPP avec le fléchisseur superficiel et de réaliser une mobilisation passive et/ou active de l'IPD à poignet fléchi.

En zone 1 à 5 du fait des lésions nerveuses associées et si les sutures sont particulièrement solides, avec un FCS compétent et un patient compliant, nous encourageons une mobilisation active globale selon Elliott, qui assure une plus grande course tendineuse. Le poignet peut être placé en rectitude ou très légère extension (20°) si les MP

Figure 10.25

Mobilisation active globale selon Elliot.
a. Le poignet est placé à 20° de flexion, les MP à 40°, les IP en légère détente.
b, c. Le patient effectue une flexion synchrone de tous les doigts, sans résistance.
d. En dehors des séances de mobilisation, les doigts sont maintenus en extension au niveau des IP par une bande élastique Velcro®.

peuvent être fléchies à 60° et les IP mises en légère détente. Il convient d'être attentif si la mobilité active s'avère « trop facile » : cela traduit l'efficacité du protocole mais peut rendre à tort le patient trop optimiste. Il aura tendance à mettre en charge une suture encore fragile, ce qui peut le conduire à une rupture précoce.

Enfin, les protocoles peuvent se succéder dans le temps, en fonction de l'évolution du doigt (raideur, douleur, œdème), du patient (intégration des exercices, désobéissance) et de la cicatrisation tendineuse (actif à partir de la 3e semaine par exemple).

La rééducation des fléchisseurs au-delà de J45

À l'issue du 45e jour, quel que soit le protocole utilisé, l'orthèse est retirée dans la journée et le patient entreprend chez le kinésithérapeute une rééducation active libre sans résistance. La « coque » postérieure de l'orthèse est encore portée la nuit jusqu'à la 8e semaine pour éviter les incidents d'hyperextension imprévus.

La rééducation vise ici à lutter contre les raideurs articulaires et les adhérences. Il faut insister sur le travail analytique des fléchisseurs pour favoriser le coulissement indépendant des FCP et FCS. La réintégration de la main lésée dans les activités quotidiennes légères est encouragée avec une augmentation progressive des contraintes. Ceci contribue également à la libération des adhérences et à la récupération de la force et de l'endurance sur une main déconditionnée par le traumatisme et l'immobilité relative.

Un flexum IPP peut s'installer au cours du premier mois de la réparation tendineuse. Les causes en sont nombreuses : rétraction articulaire de la plaque palmaire, des check-reins ou des ligaments collatéraux; adhérences des tendons fléchisseurs dans leur gaine au niveau de la suture et au niveau de la décussation et, enfin, brides cutanées palmaires ou digitales. Dans ces cas, nous confectionnons une orthèse dynamique de récupération d'amplitude en extension des IP (figure 10.26). La posture dynamique est assurée par une lame de Levame ou ressort. Cette orthèse est portée la nuit. En cas d'œdème du doigt, dès la résorption des fils de suture, nous mettons en place un doigtier compressif en Lycra. Une compression cicatricielle en silicone et des massages locaux amélioreront la souplesse du revêtement cutané.

Le travail en charge contre résistance ne sera autorisé qu'à partir de la 8e semaine et les travaux très lourds à partir du 3e mois.

En cas d'apparition d'un flexum de l'IPP, ce qui est relativement fréquent avec le protocole de Kleinert, il convient de le traiter dès que possible en maintenant les MP à 30° de flexion et en redressant progressivement le poignet jusqu'à une extension de 20°, ce qui contribue à rompre les adhérences et à modeler le cal tendineux.

Figure 10.26

Orthèse dynamique d'extension des articulations IP pour corriger une raideur en flexion du 5e rayon.

Prise en charge post-opératoire après chirurgie des tendons fléchisseurs chez l'enfant

La période post-opératoire est source potentielle de difficultés chez le jeune enfant. Si l'adolescent ou le grand enfant peuvent bénéficier, sous haute surveillance, des mêmes protocoles que l'adulte, l'immobilisation stricte est la seule solution fiable chez le jeune enfant de moins de sept ans. Plusieurs travaux montrent que de bons résultats peuvent être obtenus en dépit de cette stricte immobilisation [6, 21, 54]. Le pansement et le plâtre post-opératoires jouent alors un rôle essentiel. Il serait hasardeux de se contenter, dans un tel contexte, d'une simple attelle destinée à être renouvelée lors des pansements ultérieurs. Faute d'une nouvelle anesthésie générale, chaque changement de pansement ou d'attelle fait alors courir le risque d'une mobilisation intempestive et donc d'une rupture. Nous préférons par conséquent réaliser d'emblée l'immobilisation stricte pour quatre semaines avec un plâtre circulaire brachiopalmaire. L'immobilisation du coude, sans conséquence chez ces jeunes patients, est un facteur de sécurité supplémentaire : elle évite le glissement d'un appareil plâtré plus court, difficile à ajuster chez le jeune enfant. Aucune modification de cet appareil ne sera autorisée avant la fin de la période d'immobilisation.

Les différents appareillages dans les lésions de fléchisseurs

Orthèse de protection tendineuse

L'orthèse de protection tendineuse est une orthèse thermoformable, amovible, statique, de stabilisation du poignet et des chaînes digitales en flexion. Elle est composée d'un module dorsal et d'un module palmaire.

Elle est réalisée au troisième jour post-opératoire après ablation de l'attelle plâtrée dorsale et du pansement compressif qui est remplacé par un pansement le plus réduit possible.

Le moulage est effectué sur un patient assis face à l'orthésiste, coude fléchi à 90° afin de détendre les épitrochléens, poignet fléchi, avant-bras et main en pronation (position dite « en col-de-cygne », figure 10.25a).

Le module dorsal

Il s'étend du {1/3} moyen-{1/3} supérieur de l'avant-bras, jusqu'aux extrémités distales des doigts de D2 à D5, pour les doigts longs et D1 si le pouce est lésé. Le poignet est fléchi à 30° car une flexion plus importante est source de douleur et d'inconfort. L'inclinaison doit être neutre.

Toutes les MP sont strictement fléchies à 60°. Cette flexion est fondamentale pour diminuer la tension sur les fléchisseurs. Les IP sont en extension à 0°.

Pour le pouce, le module dorsal antébrachial stabilise le poignet à 30° de flexion, les doigts longs sont libres. La partie dorsale de l'orthèse place le premier métacarpien en légère antépulsion et en abduction tout en préservant l'ouverture de la première commissure.

La MP est en flexion à 30°et l'IP en extension à 0°.

Le module palmaire

C'est un gantelet métacarpien palmaire qui s'étend de la base de P1 jusqu'au poignet. Il est essentiel de bien mouler l'arche transversale de la main afin de plaquer les métacarpiens contre le module dorsal et d'immobiliser les MP en flexion.

En distal, les chaînes digitales sont maintenues en extension contre l'auvent dorsal par une bande élastique placée à la face palmaire des doigts, en regard de P2–P3. Seul l'index est maintenu si la lésion est isolée à ce doigt, en revanche D3, D4 et D5 sont intégrés à l'orthèse s'il y a lésion d'un ou plusieurs de ces doigts.

Cette immobilisation en extension des IP est fondamentale en dehors des séances de rééducation car elle prévient

le flexum des IPP. Celui-ci est provoqué par l'attitude en flexion que recherche spontanément l'opéré en raison de la douleur, de l'œdème et de la suture tendineuse si elle est localisée dans le canal digital.

L'orthèse de protection sera portée 24 h/24 pendant six semaines ; elle sera enlevée pour les soins infirmiers et la kinésithérapie. La mise en place de l'orthèse de protection requiert la coopération et la compréhension du patient pour déceler des points d'appui préjudiciables à la trophicité cutanée, à la vascularisation et à la sensibilité. Une hygiène scrupuleuse doit éviter les risques de macération dans les commissures.

Orthèse dynamique de suppléance des fléchisseurs dite « de Kleinert »

Cette orthèse permet une mobilisation passive à faible tension des tendons suturés sur une longueur de 3 à 4 mm, grâce à une mobilisation active en extension des IP et une flexion passive globale assurée par un rappel élastique qui joue le rôle de substitut des muscles fléchisseurs. Cette mobilisation protégée limite les adhérences péritendineuses et entretient la mobilité articulaire.

L'indication de choix de cette technique concerne les lésions des deux fléchisseurs dans le canal digital, en zone 2 et, par extension, à la zone 3.

En revanche, cette méthode est contre-indiquée pour les zones 4 et 5 avec lésion associée du nerf médian ou cubital, lésions des tendons extenseurs ou replantation. De même, chez les jeunes enfants ou les patients trop indisciplinés.

Appareillage des doigts longs (fig. 10.22)

L'orthèse de base statique est complétée par la mise en flexion des doigts par rappel élastique. En présence d'une lésion touchant un ou plusieurs doigts de D3 à D5, les trois doigts seront appareillés en raison de leur appartenance au même corps musculaire (principe du quadrige). Le pouce et l'index restent libres. Si l'index est lésé, il est appareillé seul, les autres doigts étant libres.

La traction élastique s'étend de l'extrémité distale du doigt lésé et des doigts adjacents jusqu'à la partie la plus proximale de l'orthèse. Elle est composée d'un fil nylon et d'un élastique.

Le fil nylon est fixé au niveau de l'extrémité du doigt, soit par un capuchon en Tensoplast® collé sur l'ongle, soit dans le fil mis en place sur l'ongle par le chirurgien. Le fil nylon doit passer dans une poulie de réflexion située au niveau du contre-appui palmaire. Cette poulie est indispensable pour entraîner l'enroulement complet de la chaîne digitale et pour guider l'élastique dans le plan de flexion du doigt.

La poulie est fixée en regard du pli palmaire distal, dans l'axe du doigt, pour assurer la flexion complète de l'IPD afin de mobiliser le fléchisseur profond. Elle respecte la convergence digitale vers le tubercule du scaphoïde. Le fil nylon assure le glissement dans la poulie avec un minimum de frottements.

La tension de l'élastique doit entraîner le rappel passif en enroulement maximum des IPP et IPD, tout en autorisant l'extension active complète de ces mêmes articulations. C'est pour satisfaire ces besoins que l'élastique doit être long et se fixer sur la partie antébrachiale de l'orthèse. La longueur du fil nylon correspond à la distance entre l'extrémité distale du doigt en extension contre l'auvent dorsal de l'orthèse et 1 cm en dessous de la poulie de réflexion.

Appareillage du pouce

La poulie de réflexion se situe en regard de la tête du premier métacarpien, une deuxième poulie est située en regard de la tête du cinquième métacarpien. L'élastique attaché au fil nylon est fixé à la partie proximale de l'orthèse sur le côté radial pour les doigts longs et côté cubital pour le pouce (figure 10.23).

L'orthèse de Kleinert est portée en permanence 24 h/24 pendant quatre semaines ; elle ne sera retirée que pour les soins infirmiers et lors des contrôles par le chirurgien et le kinésithérapeute.

Résultats

Choix d'une cotation

L'évaluation des résultats des réparations primaires des tendons fléchisseurs fait toujours l'objet de confrontations au sein de l'IFSSH. Michon et Verdan [84] proposaient de comparer en pourcentage la fonction du long fléchisseur du pouce par rapport au côté sain et pour les doigts longs de mesurer la distance pulpopalmaire en rétrocédant d'un grade tout déficit d'extension de 45°.

Buck-Gramcko [12] propose de combiner le mouvement actif global des MP, IPP, IPD moins le déficit d'extension mais en ajoutant la notion de distance pulpopalmaire.

Strickland et Glogovac [70] considérant à juste titre que la flexion active de la MP n'est pas directement concernée par la réparation des fléchisseurs, cotent les résultats à partir de L'IPP et de l'IPD et en les comparant en pourcentage à la fonction du doigt controlatéral.

• Ainsi, la flexion active normale (TAM, pour *total active motion*) de l'IPP et de l'IPD donne un TAM de 100° + 75° : 175°.
• Un doigt lésé fera la différence entre la flexion active de l'IPP et de l'IPD en soustrayant le déficit d'extension de chaque articulation.
• Le TAM du doigt lésé par rapport à celui du doigt controlatéral donnera la fonction en pourcentage de ces deux articulations du doigt sain par rapport au doigt lésé.
• TAM/175 × 100 : % de mobilité active de l'IPP et IPD du doigt lésé.
• Le calcul fonctionnel permet de classer les résultats en quatre catégories (% de la fonction active du doigt sain) :
  – excellent : 85 à 100 % ;
  – bon : 70 à 84 % ;
  – moyen : 50 à 60 % ;
  – pauvre : 0 à 49 %.
• Cette cotation proposée par Strickland et Glogovac [70] est à nos yeux la plus simple, la plus rapide, facilement transmissible et suffisamment fiable pour évaluer les résultats.

Les résultats

Notre expérience [50] de la technique de Kleinert en zone 2 appliquée aux plaies franches des tendons fléchisseurs montre des résultats utiles, c'est-à-dire classés excellents, bons et moyens dans 72 % des cas. Notre statistique s'est dégradée lorsque nous avons étendu nos indications aux lésions contuses et lorsque nous avons délégué la rééducation à des kinésithérapeutes insuffisamment initiés aux techniques de mobilisation protégée.

De très nombreuses séries ont été publiées [75] avec des résultats très voisins, quelle que soit la technique de mobilisation précoce utilisée. Selon la cotation de Strickland et Glogovac [70], les résultats excellents et bons oscillent entre 69 % et 92 % avec un taux de rupture compris entre 0 et 9,4 %. Les dernières séries rapportent un taux de rupture autour de 3–4 % pour les sutures multibrins [20, 26]. Cependant lorsque les conditions idéales sont réunies, c'est-à-dire une plaie franche en zone 2 et un patient accessible au protocole de mobilisation selon Strickland et Cannon [69], nous avons obtenu les meilleurs résultats fonctionnels.

Chez l'enfant, les études comparatives entre l'application d'un protocole de mobilisation contrôlée et la stricte immobilisation ne montrent pas de différences significatives concernant le résultat fonctionnel. L'âge de l'enfant n'intervient pas dans le résultat et les lésions en zone 1 donnent des résultats supérieurs à celles en zone 2, de même que la lésion unique du fléchisseur profond sans lésion nerveuse associée [21].

Conclusion

La chirurgie des lésions traumatiques de l'appareil fléchisseur des doigts doit être effectuée en urgence, en particulier lorsqu'il existe des lésions vasculonerveuses associées. Le traitement chirurgical est minutieux et s'appuie sur la connaissance de la cicatrisation tendineuse et de la biomécanique de la chaîne digitale et du tendon réparé. C'est au prix d'une rééducation et d'un appareillage post-opératoire bien réalisés que l'on peut procurer un résultat fonctionnel utile dans la plupart des cas. Mais cette chirurgie est encore aléatoire lorsqu'elle concerne des tendons contus situés dans un lit tissulaire défavorable. Dans cette mauvaise situation, le chirurgien n'hésitera pas à reconstruire les poulies du canal digital et à préparer la surface de glissement d'une greffe tendineuse à l'aide d'une tige de silicone puis de recommander la mobilisation passive des articulations pendant toute cette période préparatoire à la greffe.

La réparation des tendons fléchisseurs est une chirurgie exigeante sur le plan technique aussi bien pour le chirurgien que pour le kinésithérapeute et toute l'équipe doit convaincre le patient de participer à son traitement.

Références

[1] Amadio PC. Friction of the gliding surface. Implications for tendon surgery and rehabilitation. J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther 2005 ; 18(2) : 112–9.
[2] Amadio PC. Gliding resistance and modifications of gliding surface of tendon : clinical perspectives. Hand Clin 2013 ; 29(2) : 159–66.
[3] Bainbridge LC, Robertson C, Gillies D, et al. A comparison of post-operative mobilization of flexor tendon repairs with "passive flexion-active extension" and "controlled active motion" techniques. J Hand Surg Edinb Scotl 1994 ; 19(4) : 517–21.
[4] Bakach J, Sentuck-Rigal J, Boileau R, et al. La plastie d'expansion en Oméga. Une nouvelle technique d'expansion des poulies annulaires du tunnel digital des fléchisseurs. Ann Chir Plast Esth 2005 ; 50 : 705–14.
[5] Berglund M, Reno C, Hart D, et al. Patterns of mRNA expression for matrix molecules and growth factors in flexor tendons injury : differences in the regulation between tendon and tendon sheath. J Hand Surg 2006 ; 31A : 1279–87.
[6] Berndtsson L, Ejeskar A. Zone II flexor tendon repair in children. A retrospective long term study. Scand J Plast Reconstr Surg 1995 ; 29 : 59–64.
[7] Boyer MI, Watson JT, Lou J, et al. Quantitative variation in vascular endothelial growth factor mRNA expression during early flexor tendon healing : an investigation in a canine model. J Orthop Res 2001 ; 19(5) : 869–72.
[8] Boyes JH. Evaluation of results of digital flexor tendon grafts. Am J Surg 1955 ; 89 : 116.
[9] Bunnell S. Surgery of the hand. J.P. Lippincott ; 1971.
[10] Boyes JH, Stark HH. Flexor tendon grafts in the fingers and thumb. J Bone Jt Surg 1971 ; 53A : 1332–42.

[11] Brustein M, Pellegrini J, Choueka J, et al. Bone suture anchors versus the pullout button for repair of distal profundus tendon injuries : a comparison of strength in human cadaveric hands. J Hand Surg 2001 ; 26(3) : 489–96.
[12] Buck-Gramcko. A new method for evaluation of results in flexor tendon repair. Handchirurgie 1976 ; 8 : 65–9.
[13] Bunnell S. Surgery of the hand. 3rd ed. Philadelphia : J.B. Lippincott ; 1956.
[14] Cao Y, Tang JB. Strength of tendon repair decreases in the presence of an intact A2 pulley : biomechanical study in a chicken model. J Hand Surg 2009 ; 34(10) : 1763–70.
[15] Cao Y, Zhu B, Xie RG, et al. Influence of core suture purchase length on strength of four-strand tendon repairs. J Hand Surg 2006 ; 31(1) : 107–12.
[16] Dahlgren LA, Van der Meulen MC, Bertram JF, et al. Insuline like growth factor-I improves cellular and molecular aspects of healing in a collagenase-induced model of flexor tendinitis. J Orthop Res 2002 ; 20 : 910–9.
[17] Diao E, Lam J. Experimental studies of tendon injuries. Hand Surg. Update 4. American Society for Hand Surgery ; 2007. p.329–42.
[18] Doyle JR, Blythe WF. Macroscopic and functional anatomy of the flexor tendon sheath. J Bone Jt Surg 1974 ; 56A : 1094.
[19] Duran RJ, Hauser RG. Controlled passive motion following flexor tendon repair in zones two and three ; AAOS Symp Tendon Surg Hand. C.V. Mosby : St. Louis ; 1975. p.182–9.
[20] Dy CJ, Hernandez-Soria A, Ma Y, et al. Complications after flexor tendon repair : a systematic review and meta-analysis. J Hand Surg 2012 ; 37(3) : 543–551. e1.
[21] Elhassan B, Moran SL, Bravo C, et al. Factors that influence the outcome of zone I and zone II flexor tendon repairs in children. J Hand Surg 2006 ; 31(10) : 1661–6.
[22] Elliot D, Moiemen NS, Flemming AF, et al. The rupture rate of acute flexor tendon repairs mobilized by the controlled active motion regimen. J Hand Surg Br, 1994 ; 19(5) : 607–12.
[23] Gelberman RH, Amifl D, Gonsalves M, et al. The influence of protected passive mobilization on the healing of flexor tendons : a biochemical and microangiographic study. Hand 1981 ; 13(2) : 120–8.
[24] Gelberman RH, Thomopoulos S, Sakiyama-Elbert SE, et al. The early effects of sustained platelet-derived growth factor administration on the functional and structural properties of repaired intrasynovial flexor tendons : an in vivo biomechanic study at 3 weeks in canines. J Hand Surg 2007 ; 32(3) : 373–9.
[25] Hatanaka H, Manske PR. Effect of suture size on locking and grasping flexor tendon repair techniques. Clin Orthop 2000 ; 375 : 267–74.
[26] Hoffmann GL, Büchler U, Vögelin E. Clinical results of flexor tendon repair in zone II using a six-strand double-loop technique compared with a two-strand technique. J Hand Surg Eur Vol 2008 ; 33(4) : 418–23.
[27] Hsu C, Chang J. Clinical implications of growth factors in flexor tendon wound healing. J Hand Surg 2004 ; 29(4) : 551–63.
[28] Hunter JM, Salisbury RE. Flexor-tendon reconstruction in severely damaged hands. A two-stage procedure using a silicone-dacron reinforced gliding prosthesis prior to tendon grafting. J Bone Joint Surg Am 1971 ; 53(5) : 829–58.
[29] Huq S, George S, Boyce DE. The outcomes of zone 1 flexor tendon injuries treated using micro bone suture anchors. J Hand Surg Eur Vol 2013 ; 38(9) : 973–8.
[30] Isel M, Merle M. Orthèse de la Main et du Poignet. Protocoles de rééducation. Elsevier Masson : Issy-les-Moulineaux ; 2012.
[31] Jones ME, Mudera V, Brown RA, et al. The early surface cell response to flexor tendon injury. J Hand Surg 2003 ; 28(2) : 221–30.
[32] Kim JB, de Wit T, Hovius SER, et al. What is the significance of tendon suture purchase ? J Hand Surg Eur Vol 2009 ; 34(4) : 497–502.
[33] Kleinert HE. Should an incompletely severed tendon be sutured ? Commentary. Plast Reconstr Surg 1976 ; 57(2) : 236.
[34] Kleinert HE, Kutz JE, Ashbell TS, et al. Primary repair of lacerated flexor tendons in “no man's land”. J Bone Jt Surg 1967 ; 49(3) : 577.
[35] Kleinert HE, Kutz JE, Atasoy E, et al. Primary repair of flexor tendons. Orthop Clin North Am 1973 ; 4(4) : 865–76.
[36] Kleinert HE, Verdan C. Report of the Committee on Tendon Injuries (International Federation of Societies for Surgery of the Hand). J Hand Surg 1983 ; 8(5 Pt 2) : 794–8.
[37] Kleinert HE, Bennett JB. Digital pulley reconstruction employing the always present rim of the previous pulley. J Hand Surg 1978 ; 3(3) : 297–8.
[38] Leddy JP, Packer JW. Avulsion of the profundus tendon insertion in athletes. J Hand Surg 1977 ; 2(1) : 66–9.
[39] Leversedge FJ, Ditsios K, Goldfarb CA, et al. Vascular anatomy of the human flexor digitorum profundus tendon insertion. J Hand Surg 2002 ; 27(5) : 806–12.
[40] Lin GT, Amadio PC, An KN, et al. Functional anatomy of the human digital flexor pulley system. J Hand Surg 1989 ; 14(6) : 949–56.
[41] Lister GD. Reconstruction of pulleys employing extensor retinaculum. J Hand Surg 1979 ; 4(5) : 461–4.
[42] Lister GD. Incision and closure of the flexor sheath during primary tendon repair. Hand 1983 ; 15(2) : 123–35.
[43] Lundborg G. The microcirculation in rabbit tendon. In vivo studies after mobilisation and transection. Hand 1975 ; 7(1) : 1–10.
[44] Lundborg G, Hansson HA, Rank F, et al. Superficial repair of severed flexor tendons in synovial environment. An experimental, ultrastructural study on cellular mechanisms. J Hand Surg 1980 ; 5(5) : 451–61.
[45] Lundborg G, Myrhage R. The vascularization and structure of the human digital tendon sheath as related to flexor tendon function. An angiographic and histological study. Scand J Plast Reconstr Surg 1977 ; 11(3) : 195–203.
[46] Lundborg G, Myrhage R, Rydevik B. The vascularization of human flexor tendons within the digital synovial sheath region--structureal and functional aspects. J Hand Surg 1977 ; 2(6) : 417–27.
[47] Lundborg G, Rank F. Experimental intrinsic healing of flexor tendons based upon synovial fluid nutrition. J Hand Surg 1978 ; 3(1) : 21–31.
[48] Manske PR, Lesker PA. Palmar aponeurosis pulley. J Hand Surg 1983 ; 8(3) : 259–63.
[49] McCallister WV, Ambrose HC, Katolik LI, et al. Comparison of pullout button versus suture anchor for zone I flexor tendon repair. J Hand Surg 2006 ; 31(2) : 246–51.
[50] Merle M, Foucher G, Michon J. La technique de Kleinert pour la réparation primaire des tendons fléchisseurs dans le “no man's land”. Ann Chir 1976 ; 30(11-12) : 883–7.
[51] Merle M, Foucher G, Michon J. Extraction atraumatique du bout proximal du tendon fléchisseur. Ann Chir 1977 ; 31(4) : 357.
[52] Merle M, Lallemand B, Lim A, et al. Experimental and clinical evaluation of an absorbable biomaterial inducing an anti-adhesive barrier (Divide®). Eur J Orthop Surg Traumatol 2008 ; 18 : 255–63.
[53] Michon J. État actuel de la chirurgie des tendons fléchisseurs des doigts. Cah. d'enseignement SOFCOT Conférence d'enseignement. 1984. p.67–79.
[54] O'Connell SJ, Moore MM, Strickland JW, et al. Results of zone I and zone II flexor tendon repairs in children. J Hand Surg 1994 ; 19(1) : 48–52.

[55] Ochiai N, Matsui T, Miyaji N, et al. Vascular anatomy of flexor tendons. I. Vincular system and blood supply of the profundus tendon in the digital sheath. J Hand Surg 1979 ; 4(4) : 321–30.
[56] Odobescu A, Radu A, Brutus J-P, et al. Modified flexor digitorum superficialis slip technique for A4 pulley reconstruction. J Hand Surg Eur Vol 2010 ; 35(6) : 464–8.
[57] Ollinger H, Wray RC, Weeks PM. Effects of suture on tensile strength gain of partially and completely severed tendons. Surg Forum 1975 ; 26 : 63–4.
[58] Potenza AD. Critical evaluation of flexor-tendon healing and adhesion formation within artificial digital sheaths. J Bone Joint Surg Am 1963 ; 45 : 1217–33.
[59] Potenza AD. Mécanisme de guérison des plaies des tendons fléchisseurs des doigts et des greffes tendineuses. Chir Tendons Main : Étude expérimentale ; 1976.
[60] al-Qattan MM. Conservative management of zone II partial flexor tendon lacerations greater than half the width of the tendon. J Hand Surg 2000 ; 25(6) : 1118–21.
[61] Al-Qattan MM. Type 5 avulsion of the insertion of the flexor digitorum profundus tendon. J Hand Surg Br, 2001 ; 26(5) : 427–31.
[62] Rohrbough JT, Mudge MK, Schilling RC. Overuse injuries in the elite rock climber. Med Sci Sports Exerc 2000 ; 32(8) : 1369–72.
[63] Russell JE, Manske PR. Collagen synthesis during primate flexor tendon repair in vitro. J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc 1990 ; 8(1) : 13–20.
[64] Sanders WE. Advantages of "epitenon first" suture placement technique in flexor tendon repair. Clin Orthop 1992 ; 280 : 198–9.
[65] Schreuder FB, Scougall PJ, Puchert E, et al. The effect of mitek anchor insertion angle to attachment of FDP avulsion injuries. J Hand Surg Br, 2006 ; 31(3) : 292–5.
[66] Silfverskiöld KL, May EJ. Flexor tendon repair in zone II with a new suture technique and an early mobilization program combining passive and active flexion. J Hand Surg 1994 ; 19(1) : 53–60.
[67] Smith JH. Avulsion of a profundus tendon with simultaneous intraarticular fracture of the distal phalanx--case report. J Hand Surg 1981 ; 6(6) : 600–1.
[68] Strickland JW. Flexor tendon surgery. Part 1 : Primary flexor tendon repair. J Hand Surg Br, 1989 ; 14(3) : 261–72.
[69] Strickland JW, Cannon NM. Flexor tendon repair-Indiana method. Indiana Hand Cent Newsl 1993 ; 1 : 1–19.
[70] Strickland JW, Glogovac SV. Digital function following flexor tendon repair in Zone II : A comparison of immobilization and controlled passive motion techniques. J Hand Surg 1980 ; 5(6) : 537–43.
[71] Sun Y-L, Yang C, Amadio PC, et al. Reducing friction by chemically modifying the surface of extrasynovial tendon grafts. J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc 2004 ; 22(5) : 984–9.
[72] Taguchi M, Sun Y-L, Zhao C, et al. Lubricin surface modification improves extrasynovial tendon gliding in a canine model in vitro. J Bone Joint Surg Am 2008 ; 90(1) : 129–35.
[73] Taguchi M, Sun Y-L, Zhao C, et al. Lubricin surface modification improves tendon gliding after tendon repair in a canine model in vitro. J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc 2009 ; 27(2) : 257–63.
[74] Tanaka T, Amadio PC, Zhao C, et al. The effect of partial A2 pulley excision on gliding resistance and pulley strength in vitro. J Hand Surg 2004 ; 29(5) : 877–83.
[75] Tang JB. Clinical outcomes associated with flexor tendon repair. Hand Clin 2005 ; 21(2) : 199–210.
[76] Tang JB. BIomechanics of core and peripheral tendon repairs. Tendon Surg Hand. Elsevier Saunders ; 2012. p.35–49.
[77] Tang JB, Pan CZ, Xie RG, et al. A biomechanical study of Tang's multiple locking techniques for flexor tendon repair. Chir Main 1999 ; 18(4) : 254–60.
[78] Tang JB, Shi D, Gu YQ, et al. Double and multiple looped suture tendon repair. J Hand Surg Br, 1994 ; 19(6) : 699–703.
[79] Tang JB, Xie RG. Effect of A3 pulley and adjacent sheath integrity on tendon excursion and bowstringing. J Hand Surg 2001 ; 26(5) : 855–61.
[80] Tang JB, Xie RG, Cao Y, et al. A2 pulley incision or one slip of the superficialis improves flexor tendon repairs. Clin Orthop 2007 ; 456 : 121–7.
[81] Tang JB, Xu Y, Ding F, et al. Tendon healing in vitro : promotion of collagen gene expression by bFGF with NF-kappaB gene activation. J Hand Surg 2003 ; 28(2) : 215–20.
[82] Tang JB, Zhang Y, Cao Y, et al. Core suture purchase affects strength of tendon repairs. J Hand Surg 2005 ; 30(6) : 1262–6.
[83] Tsuge K, Ikuta Y, Matsuishi Y. Intratendinous tendon suture in the hand. A new technique. The Hand 1975 ; 7 : 250–5.
[84] Verdan C, Michon J. Le traitement des plaies des tendons fléchisseurs des doigts. Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot 1961 ; 47 : 285–425.
[85] Voulliaume D, Forli A, Parzy O, et al. Surgical repair of flexor tendon pulley rupture in high level rock climbing. Chir Main 2004 ; 23(5) : 243–8.
[86] Weber ER. Synovial fluid nutrition of flexor tendons. Orthop Res Soc 1979 ; 4 : 227.
[87] Wehbé MA, Hunter JM. Flexor tendon gliding in the hand. Part I. In vivo excursions. J Hand Surg 1985 ; 10(4) : 570–4.
[88] Wehbé MA, Hunter JM. Flexor tendon gliding in the hand. Part II. Differential gliding. J Hand Surg 1985 ; 10(4) : 575–9.
[89] Xie RG, Xue HG, Gu JH, et al. Effects of locking area on strength of 2-and 4-strand locking tendon repairs. J Hand Surg 2005 ; 30(3) : 455–60.
[90] Yamaguchi T, Ikuta Y. Climber's finger. Hand Surg Int J Devoted Hand Up Limb Surg Relat Res J Asia-Pac Fed Soc Surg Hand 2007 ; 12(2) : 59–65.
[91] Zhao C, Ozasa Y, Reisdorf RL, et al. CORR® ORS Richard A. Brand Award for Outstanding Orthopaedic Research : Engineering flexor tendon repair with lubricant, cells, and cytokines in a canine model. Clin Orthop 2014 ; 472(9) : 2569–78.
[92] Zhao C, Sun Y-L, Amadio PC, et al. Surface treatment of flexor tendon autografts with carbodiimide-derivatized hyaluronic Acid. An in vivo canine model. J Bone Joint Surg Am 2006 ; 88(10) : 2181–91.
[93] Zhao C, Sun Y-L, Kirk RL, et al. Effects of a lubricin-containing compound on the results of flexor tendon repair in a canine model in vivo. J Bone Joint Surg Am 2010 ; 92(6) : 1453–61.

Chapitre 11

Lésions de l'appareil extenseur

M. Merle, Th. Jager, L. Vaienti
Avec la collaboration de M. Isel, C. Camps, A. Durand

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Les lésions de l'appareil extenseur ont trop souvent une fausse réputation de bénignité, en particulier au niveau des doigts. Un examen clinique trop sommaire peut laisser penser à son intégrité et ce n'est que quelques semaines plus tard que les déformations des chaînes digitales (boutonnière, col-de-cygne, etc.) conduisent à un diagnostic tardif et entraînent le blessé dans une chirurgie secondaire réputée délicate, aux résultats aléatoires.

En revanche, un diagnostic précoce, une exploration chirurgicale minutieuse, permettent de réparer dans les meilleures conditions l'appareil extenseur et autorisent une mobilisation précoce protégée [4, 11, 23, 27, 33, 46, 49, 40].

De plus, les lésions de l'appareil extenseur sont rarement isolées. Les traumatismes surviennent le plus souvent lorsque les chaînes digitales sont fléchies, rendant plus vulnérables les articulations MP et IPP. Ces traumatismes sont à l'origine de pertes de substances cutanées, tendineuses et parfois articulaires, dont la réparation primaire est plus complexe. Le traitement de ces lésions exige une parfaite connaissance des techniques d'ostéosynthèse et de couverture cutanée (voir chapitres 7 et 9).

Caractéristiques, anatomie, biomécanique et cicatrisation

Caractéristiques de l'appareil extenseur

On ne peut transposer les caractéristiques de l'appareil fléchisseur à celles de l'appareil extenseur. À l'exception de sa partie située sous le ligament annulaire dorsal du carpe qui est entourée d'une gaine synoviale, tout le reste de l'appareil extenseur est extrasynovial.

La structure des tendons extenseurs est constituée de fibres longitudinales qui retiennent mal le matériel de suture, alors que les tendons fléchisseurs ont une structure hélicoïdale plus résistante [41].

L'appareil extenseur est directement situé sous le revêtement cutané, ce qui le rend vulnérable et favorise, en cas de traumatisme, de nombreuses adhérences cutanéotendineuses. Mais la mobilité de la peau compense, en partie, cette retenue mécanique. Les déficits d'extension et de flexion des chaînes digitales qui existent sur le plan analytique sont souvent compensés par les effets ténodèse du poignet.

Lorsque les lésions sont proximales par rapport aux articulations métacarpophalangiennes, le déficit est, au début, inapparent grâce à l'action des jonctions intertendineuses et des expansions des interosseux. Ce n'est que plus tardivement que le déficit d'extension se manifestera. L'appareil extenseur est moins puissant que l'appareil fléchisseur, sa course est plus faible, son action plus rapide, mais il ne peut fonctionner normalement que si son anatomie est restaurée avec précision. Si le cal tendineux est sollicité activement précocement, il s'allongera de quelques millimètres, provoquant un déficit d'extension. En revanche, le moindre raccourcissement sera à l'origine d'un déficit de flexion.

Anatomie et biomécanique des doigts longs

Au niveau des chaînes digitales, il est logique de parler d'appareil extenseur et non pas de tendons extenseurs, car c'est par la réunion des tendons extenseurs extrinsèques avec l'appareil intrinsèque, constitué des interosseux et des lombricaux, que la fonction est assurée [54].

Les tendons extrinsèques ont leur jonction musculaire en regard du tiers moyen-tiers inférieur de l'avant-bras (figure 11.1). Les tendons propres de l'index et de

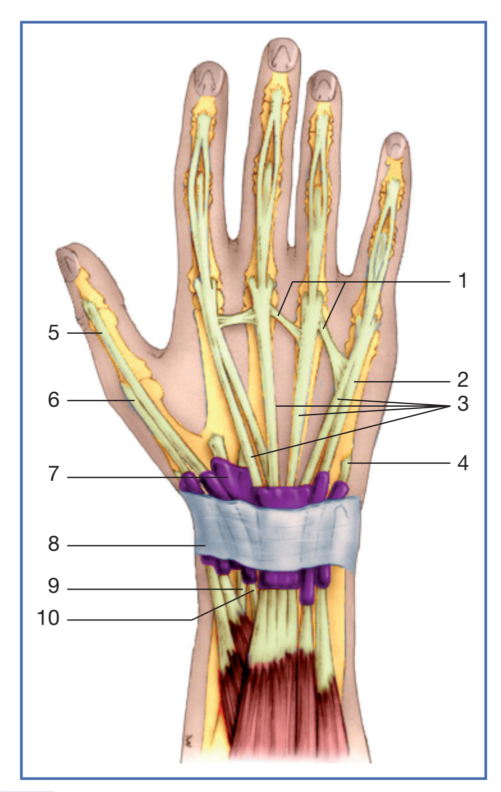


Figure 11.1

Anatomie de l'appareil extenseur extrinsèque.
1. Jonctions intertendineuses. 2. Extenseur propre de l'auriculaire. 3. Extenseur commun des doigts. 4. Cubital postérieur. 5. Long extenseur du pouce. 6. Court extenseur du pouce. 7. Gaine synoviale. 8. Ligament annulaire dorsal du carpe. 9. Premier radial. 10. Deuxième radial.

l'auriculaire, le long extenseur du pouce et l'extenseur commun des doigts sont individualisés en regard du ligament annulaire dorsal du carpe pour coulisser dans les espaces ostéofibreux. Puis, les tendons se déploient sur les métacarpiens et en regard des métaphyses, tout en restant reliés entre eux par de véritables jonctions intertendineuses ou *junctanæ tendinum*.

L'anatomie devient plus complexe au niveau de la chaîne digitale ; c'est la terminologie de Tubiana et Valentin [53] qui est la plus claire pour préciser son organisation (figure 11.2) :

- les tendons extenseurs vont se stabiliser sur le dôme métacarpien grâce aux bandelettes sagittales, ou sangles de l'extenseur, qui se fixent sur le ligament intermétacarpien ;
- l'insertion du tendon par une fine bandelette sur la base du 1er métacarpien est inconstante ;
- la bandelette médiane, issue à la fois de la trifurcation du tendon extenseur et des expansions des intrinsèques, se fixe à la base de la 2e phalange ;
- les bandelettes latérales réunies par le triangle de Stack se fixent sur la phalange distale.

L'extension de la chaîne digitale ne peut se faire que par la parfaite coordination de l'appareil extenseur extrinsèque et intrinsèque. En effet, la seule traction de l'appareil extenseur ne produira que l'extension de la première phalange, les deux autres resteront fléchies. Ces deux dernières ne peuvent s'étendre qu'avec l'apport des interosseux et des lombricaux. Les interosseux vont s'insérer en profondeur sur les tubercules latéraux de la première phalange pour assurer la fonction métacarpophalangienne. Leurs attaches superficielles forment la dossière des interosseux en regard de la métacarpophalangienne et procurent des fibres plus distales qui renforcent la bandelette médiane du tendon extenseur. Elles s'associent également avec celles du lombrical pour renforcer les bandelettes latérales [39].

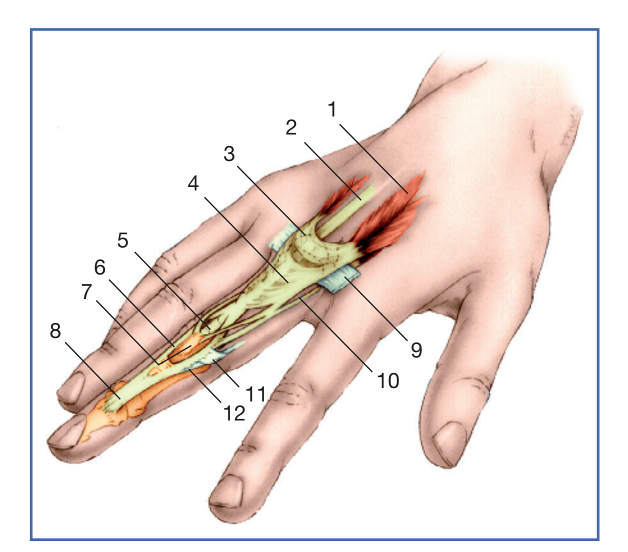


Figure 11.2

Anatomie de l'appareil extenseur de la chaîne digitale.
1. Muscle interosseux. 2. Tendon extenseur commun. 3. Bandelettes sagittales. 4. Dossière des interosseux. 5. Bandelette médiane du tendon extenseur s'insérant sur P2. 6. Bandelettes latérales du tendon extenseur. 7. Triangle de Stack. 8. Tendon extenseur terminal s'insérant sur P3. 9. Ligament transverse intermétacarpien. 10. Tendon du lombrical. 11. Ligament rétinaculaire transverse. 12. Ligament rétinaculaire oblique.

Au total, l'intrication du système extrinsèque et intrinsèque constitue une aponévrose à la face dorsale des doigts qui est amarrée par les ligaments rétinaculaires transverses et obliques (Landsmeer) [35].

Duchenne de Boulogne [12], dès 1867, avait observé que le système des intrinsèques était indispensable pour assurer la fonction de chaque phalange, mais aussi pour les stabiliser l'une par rapport à l'autre.

Landsmeer [36,] a montré que chaque phalange devait être contrôlée en permanence par trois systèmes musculaires ou par deux systèmes musculaires et un ligamentaire assurant un effet de ténodèse. Ainsi, la première phalange est sous la dépendance de l'extenseur, des fléchisseurs et des interosseux. Les deuxième et troisième phalanges sont contrôlées par l'extenseur, les fléchisseurs et les rétinaculaires.

La fonction digitale exige une parfaite maîtrise de l'articulation métacarpophalangienne. Si la MP est en extension complète, les interosseux étendent les deux dernières phalanges par le jeu des bandelettes latérales, mais si la MP est fléchie à 90°, les interosseux ne font que renforcer la flexion de la première phalange. En revanche, si la MP est en position intermédiaire, les interosseux gardent une double fonction, c'est-à-dire stabilisation de l'articulation métacarpophalangienne et extension des phalanges distales [47, 55].

Les lombricaux contribuent aussi à l'extension des IPP et IPD en s'opposant à la traction du fléchisseur profond grâce à leur insertion directe sur lui et à la synergie qu'ils ont avec l'extenseur commun.

Les ligaments rétinaculaires sont nécessaires à la bonne coordination des mouvements des deux dernières phalanges, ils agissent par effet ténodèse. Ainsi, les ligaments rétinaculaires transverses évitent l'hyperextension de l'IPP grâce à des attaches sur chacune des bandelettes latérales. Une section totale ou une lésion traumatique de ces ligaments induira une déformation en col de cygne.

Le ligament rétinaculaire oblique agit par effet ténodèse et coordonne les mouvements de la phalange distale par rapport à la phalange moyenne, il s'insère sur la gaine fibreuse des fléchisseurs en regard de l'IPP et gagne obliquement la

bandelette latérale en regard de l'IPD (figure 11.2). Sa distraction est à l'origine d'un déficit d'extension de P3. En revanche, sa rétraction crée l'hyperextension de P3 et attire sur le versant palmaire les bandelettes latérales, ce qui amorce la déformation dite en « boutonnière » du doigt.

L'ensemble de l'appareil extenseur a une amplitude de déplacement variable en fonction du niveau anatomique. Selon Bunnell (1944) [9], pour le médius, le tendon extenseur se déplace de 41 mm en regard du poignet, de 16 mm au niveau de l'articulation métacarpophalangienne pour se limiter à 3 mm pour l'IPP et 0 mm pour l'IPD. Elliot et McGrouther (1985) [14] ont montré que l'enroulement total de la chaîne digitale du majeur générait une excursion de 50 mm du tendon extenseur au poignet et de 3 mm au niveau de l'IPD. De cette faible excursion tendineuse en zone 1, résulte l'importance de la restauration exacte de la longueur tendineuse pour obtenir une fonction complète.

Anatomie de l'appareil extenseur du pouce

L'appareil extenseur du pouce est également la réunion du système extrinsèque formé du long et court extenseur du pouce et du système intrinsèque, constitué par le court abducteur, l'adducteur et le court fléchisseur. Cette jonction s'effectue en regard de l'articulation métacarpophalangienne et forme une sangle qui va stabiliser le long extenseur sur la convexité de la tête du 1[er] métacarpien (figure 11.1).

Le système intrinsèque participe à l'extension de la phalange distale du pouce, mais c'est le long extenseur qui assure son hyperextension, ce dernier est aussi le principal extenseur de l'articulation métacarpophalangienne.

Négliger une rupture sous-cutanée ou une plaie du long extenseur du pouce, c'est l'exposer à une déformation en col-de-cygne, réalisant une hyperextension de la MP du pouce par la seule traction du court extenseur. Inversement, la lésion du court extenseur accompagnée d'une rupture de la sangle va luxer le long extenseur sur le versant palmaire, créant une déformation en Z, appelée encore « boutonnière du pouce », caractérisée par la flexion de la MP et l'hyperextension de l'IP.

Anatomie chirurgicale

La classification reconnue par l'IFSSH (*International Federation of the Societies for the Surgery of the Hand*, Fédération internationale des sociétés de chirurgie de la main) est issue de celle de Verdan [56] (figure 11.3).

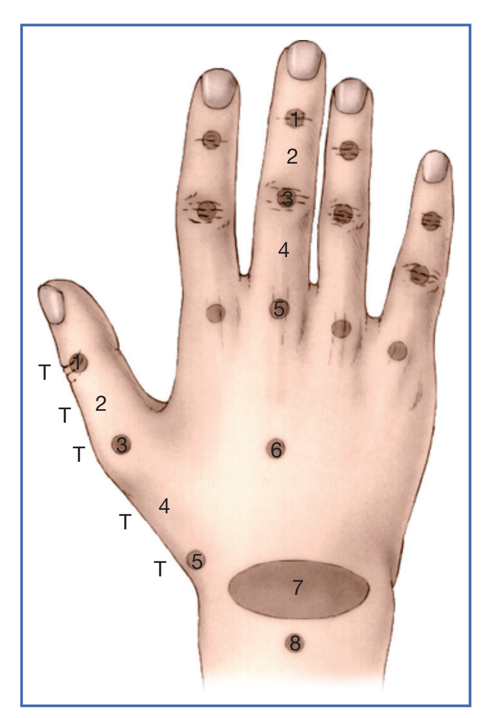


Figure 11.3

Les zones topographiques de l'appareil extenseur selon la classification de l'IFSSH.
Les numérotations impaires correspondent aux zones articulaires et les numérotations paires aux zones diaphysaires. Quatre zones précédées de la lettre « T » sont dévolues au pouce.

Huit zones topographiques concernent l'appareil extenseur des doigts longs. Doyle [l3] ajoute une 9[e] zone qui concerne la masse musculaire de l'avant-bras.

Quatre zones sont dévolues à l'appareil extenseur du pouce et sont précédées de la lettre T (*thumb*). Les numérotations impaires correspondent aux zones articulaires, les numérotations paires aux zones diaphysaires. La zone l correspond à l'interphalangienne distale, la zone 8 à la jonction musculotendineuse.

Cicatrisation des tendons extenseurs

Si les mécanismes de cicatrisation des tendons fléchisseurs ont été abondamment étudiés, il est curieux d'observer la rareté des travaux expérimentaux concernant ceux des tendons extenseurs.

On reconnaît, malgré tout, aux tendons extenseurs un double mécanisme de cicatrisation extrinsèque et intrinsèque, mais il est difficile de faire un parallélisme strict avec celui des tendons fléchisseurs compte tenu des différences anatomiques, histologiques, vasculaires et biomécaniques. Mason [41] a noté que les tendons extenseurs devenaient à nouveau résistants à la mobilisation active après la 5[e] semaine, en soulignant que la majeure partie de l'appareil

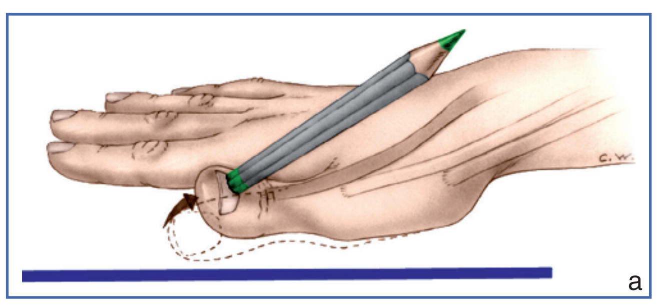


Figure 11.4

Test du long extenseur du pouce.
a. La main posée à plat et un contre-appui étant exercé sur l'ongle, il est demandé au patient de décoller le pouce du plan d'examen.
b. Seul le long extenseur du pouce qui fait saillie sur le bord interne de la tabatière anatomique peut réaliser ce mouvement.

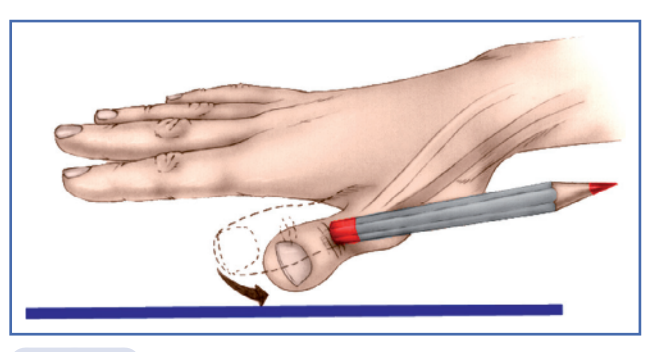


Figure 11.5

Test du court extenseur du pouce.
L'articulation métacarpophalangienne étant fléchie, il est demandé d'étendre cette articulation contre résistance d'un crayon appliqué sur la première phalange.

extenseur est extrasynoviale, ce qui favorise l'apparition de nombreuses adhérences cutanées et périostées.

Le paratendon joue un rôle important dans la prolifération conjonctive qui participe à la cicatrisation tendineuse. Cette prolifération sera d'autant plus marquée que le traumatisme initial a été appuyé et que la mobilisation active non protégée a été intempestive. C'est dans ce contexte « d'orage » cicatriciel que les adhérences et les blocages tendineux s'installent, se traduisant le plus souvent par un déficit d'enroulement des doigts.

Bilan lésionnel

Testing de l'appareil extenseur

Test de l'appareil extenseur du pouce

La main est posée à plat. Il est demandé au blessé de décoller le pouce du plan d'examen. Seul le long extenseur intact peut réaliser ce geste en y associant une hyperextension de l'interphalangienne. Dans cette position, le relief du long extenseur du pouce est visible sur le versant cubital de la tabatière anatomique (figure 11.4).

Le court extenseur est testé contre la résistance d'un crayon appliqué sur la première phalange à MP fléchie (figure 11.5).

Tests de l'appareil extenseur des doigts longs

Les extenseurs propres de l'index et de l'auriculaire sont testés séparément. Ils sont autonomes pour assurer la pleine extension, majeur et annulaire restant fléchis, leur intégrité permet à la main de « faire les cornes » (figure 11.6).

L'extenseur commun doit être soigneusement testé car les jonctions intertendineuses peuvent cacher une section totale plus proximale d'un des tendons communs. Le patient doit pouvoir étendre le doigt contre une résistance dorsale appliquée à la première puis à la deuxième phalange (figure 11.7a). Le test de l'extension active de P3 doit s'effectuer en maintenant P2 en extension. Dans cette position, seules les bandelettes terminales intactes sont capables de réaliser cette fonction (figure 11.7b).Malgré la rigueur d'exécution de ces tests, ceux-ci peuvent être perturbés par la présence d'œdème, d'hématome, de fractures et par le jeu des jonctions intertendineuses.

Bilan lésionnel et nature des traumatismes

Le bilan lésionnel doit être précis et tenir compte du mécanisme traumatique. Il convient, entre autres, de séparer les ruptures sous-cutanées des plaies et des traumatismes par

écrasement, des avulsions et abrasions dorsales de la main [34]. Dans ce cas, les lésions ostéoarticulaires et cutanées sont toujours présentes.

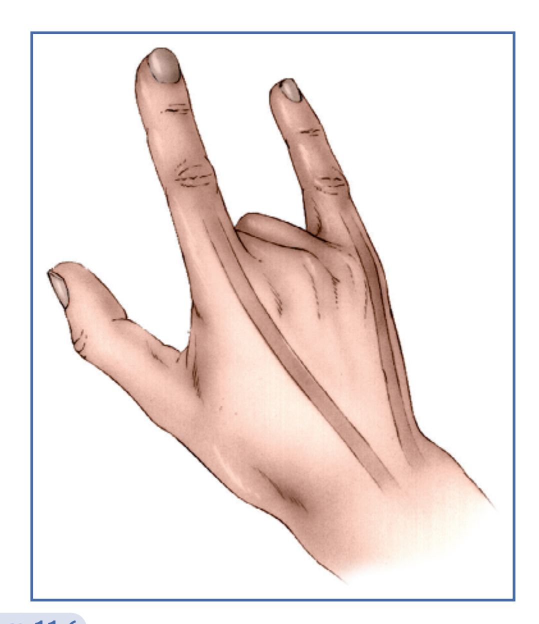


Figure 11.6

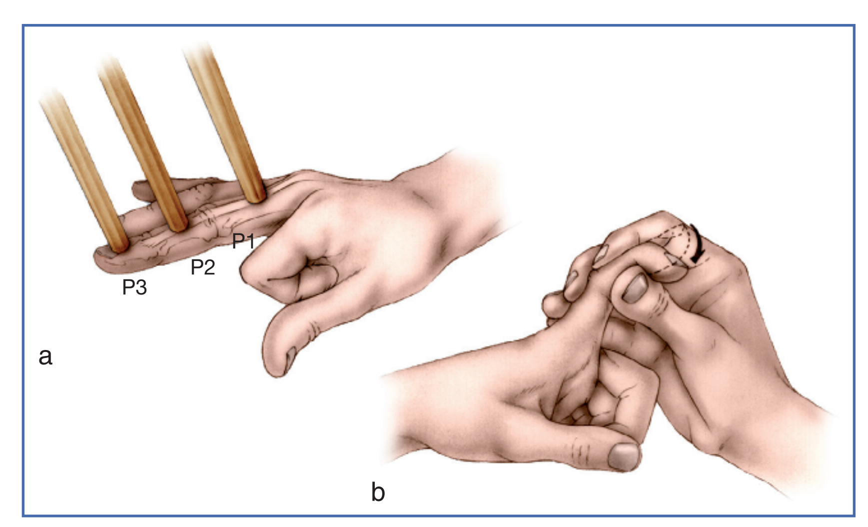
Test de l'extenseur propre de l'index et de l'auriculaire : le patient « fait les cornes »

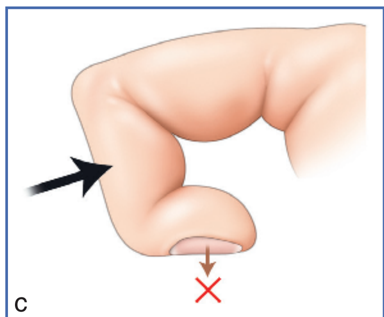
Enfin, les plaies septiques et, en particulier, les morsures, qui associent fréquemment plaies tendineuses et plaies articulaires, doivent être considérées comme une entité pouvant conduire à une arthrite suppurée.

Ruptures sous-cutanées

La lésion la plus fréquemment observée est la désinsertion du tendon à la base de la phalange distale, emportant ou non un fragment osseux. Cette lésion, appelée « doigt en maillet » ou *mallet-finger*, reste exceptionnelle au niveau de P2 du pouce. La bandelette médiane de l'appareil extenseur peut également se rompre avec ou sans arrachement osseux, ceci non traité conduira à une déformation en « boutonnière ». Par ailleurs, le long extenseur du pouce, le plus souvent, est lésé au poignet lors de son changement de course dans la coulisse ostéofibreuse que forme le tubercule de Lister avec le ligament annulaire dorsal du carpe, c'est une zone d'hypovascularisation pour ce tendon. Il est fréquemment rompu dans les fractures du radius distal par attrition sur la fracture ou par le dispositif d'ostéosynthèse.

La pathologie du donneur de coup de poing [45] comporte, entre autres, des ruptures de la sangle des extenseurs





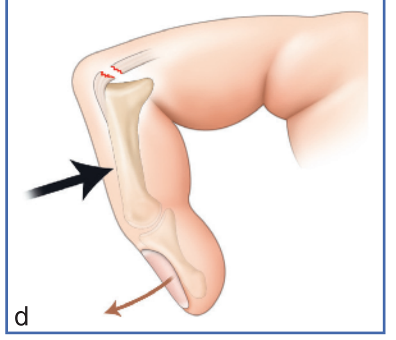


Figure 11.7

Test de l'extenseur commun des doigts.

a. Il s'effectue contre résistance appliquée sur chacune des phalanges.

b. L'intégrité de l'insertion terminale du tendon extenseur (zone I) est vérifiée plus simplement en bloquant les articulations MP et IPP et en demandant au patient de mettre en extension l'IPD préalablement fléchie.

c, d. Test de la bandelette médiane du tendon extenseur en (zone 3) selon Elson [16] modifié par Schreuders *et al.* [50]. Le patient applique la phalange moyenne blessée contre la phalange moyenne du doigt opposé les IPP étant en flexion à 90°. Lorsque la bandelette médiane est lésée, il est possible de réaliser une extension de l'IPD alors que la manœuvre est impossible si la bandelette est intacte.

en regard des articulations métacarpophalangiennes, luxant le tendon dans la vallée intermétacarpienne.

Traumatismes ouverts

L'index, puis le pouce sont les deux doigts les plus touchés. À eux deux, ils représentent 55 % des plaies des tendons extenseurs [4].

C'est la zone 5, c'est-à-dire, en regard de la métacarpophalangienne qui est la plus souvent blessée (42 %), puis le poignet (zone 7, 16 %) et l'IPP (zone 3, 14 %). Ainsi, 72 % des lésions sont situées en regard des articulations, ce qui est facilement compréhensible dans le cadre de la pathologie du travail où la main qui saisit, pousse, guide, place les articulations en semi-flexion et les expose directement à l'outil. C'est le cas des traumatismes par scies circulaires, toupies, dégauchisseuses, scies à ruban. C'est également la lésion typique du « donneur de coup de poing ».

Ce sont également des zones particulièrement vulnérables en pratique sportive. On comprend alors que ces zones (1, 3, 5, 7) soient le siège non seulement de plaies franches, mais également de lésions complexes avec pertes de substance osseuse et cutanée. Les zones 2, 4, 6, diaphysaires, sont lésées le plus souvent par écrasement : presses, marteaux, etc. et associent des lésions osseuses relevant de l'ostéosynthèse ainsi que des contusions cutanées vouées à la nécrose.

La zone 6 est souvent gravement lésée : les disques abrasifs, ponceuses, machines à découenner le jambon, presses chauffantes, « main de portière » créent des lésions profondes avec pertes de substance osseuse, tendineuse et cutanée [34]. Elles intéressent dans ce cas la zone 5, ce qui pose également le problème de la restauration de la fonction articulaire métacarpophalangienne.

La zone 8 est plutôt concernée par des traumatismes graves avec fractures des deux os de l'avant-bras à la suite d'écrasement par des presses, de sections-arrachement par scie, « d'avant-bras de portière » qui atteignent la jonction musculotendineuse. La zone 9 de Doyle est le plus souvent la conséquence de traumatismes sévères par écrasement-avulsion des muscles extenseurs du poignet et des doigts associé à des lésions du nerf radial.

L'évaluation des lésions et des mécanismes lésionnels doit être minutieuse car elle déterminera la conduite thérapeutique. Si la plaie est simple et le parage complet, le blessé pourra bénéficier d'une réparation globale en urgence, avec des techniques chirurgicales compatibles avec une mobilisation précoce. En revanche, en cas d'impossibilité de parer en urgence les lésions et d'assurer la couverture cutanée, il est prudent de reporter à 48 heures les réparations tendineuses.

Techniques de réparation

Traitement orthopédique

En zone 1, nous utilisons la classification de Doyle [13] ce qui permet d'être précis dans le choix thérapeutique :

- type 1. Rupture sous-cutanée, avec ou sans petite fracture déplacée ;
- type 2. Plaie avec section du tendon ;
- type 3. Plaie avec perte de substance cutanée et tendineuse ;
- type 4. Doigt en maillet :
  a. avec fracture transépiphysaire de la phalange (enfant),
  b. traumatisme en hyperflexion avec fragment osseux lésant 20 à 50 % de la surface articulaire,
  c. traumatisme en hyperextension avec fragment osseux lésant plus de 50 % de la surface articulaire et subluxation précoce ou tardive de la phalange distale.

Le doigt en maillet de type I par rupture sous-cutanée de l'insertion distale de l'appareil extenseur se traite par l'immobilisation en extension de l'IPD à l'aide d'une tuile thermoformée fixée par deux bandelettes de Tensoplast® (figure 11.8). Cette tuile sera fixée à la phalange distale, puis à la deuxième phalange. La stricte extension suffit à rétablir le contact du tendon avec son insertion ; il est inutile de rechercher une immobilisation en hyperextension qui serait susceptible d'étirer les vaisseaux, d'altérer la vascularisation pulpaire et de créer un véritable inconfort. L'immobilisation de l'IPP est inutile [29]. L'attelle est portée en continu pour une durée de 6 à 8 semaines, avec l'interdiction de retirer le dispositif. Le maintien de l'IPD en extension doit être permanent. Tout changement de l'attelle doit être effectué par une tierce personne afin d'éviter tout étirement du cal· tendineux ou osseux. Au terme de l'immobilisation, la tuile est retirée dans la journée, mais portée encore 1 mois la nuit afin d'éviter un allongement du cal lors de la récupération de la mobilité. Dans le même esprit, la restauration de la flexion IPD se fait par une autorééducation active de l'IPD rendant la kinésithérapie inutile. La contraction active puissante spontanée du fléchisseur conduit à une détente antagoniste réflexe de l'extenseur, ce qui limite les forces de distraction sur la cicatrice tendineuse. La flexion IPD passive est à éviter. On peut observer un arrêt temporaire de la croissance unguéale suite au traumatisme, avec apparition d'un sillon transversal, qui progresse jusqu'au bord libre au rythme d'un à deux millimètres par mois.

La désinsertion accompagnée d'un petit fragment osseux répond bien à ce type d'immobilisation mais nécessite un contrôle radiographique pour s'assurer de sa bonne

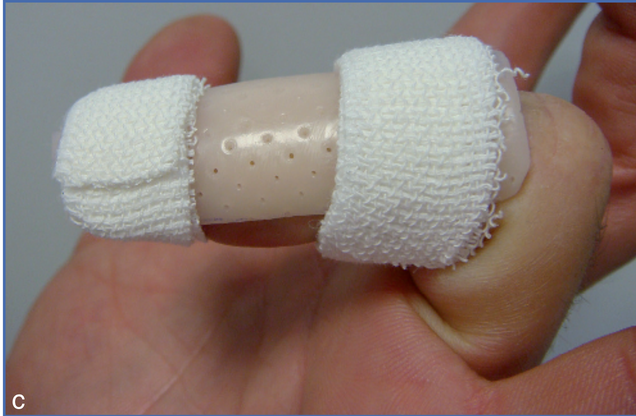


Figure 11.8

Doigt en maillet ou *mallet-finger* traité par tuile dorsale.
a. Doigt en maillet par rupture de l'insertion terminale du tendon extenseur.
b. Une tuile thermoformée est d'abord fixée par une bandelette de Tensoplast® à la phalange distale puis à la phalange moyenne.
c. L'attelle laisse libre l'IPP.

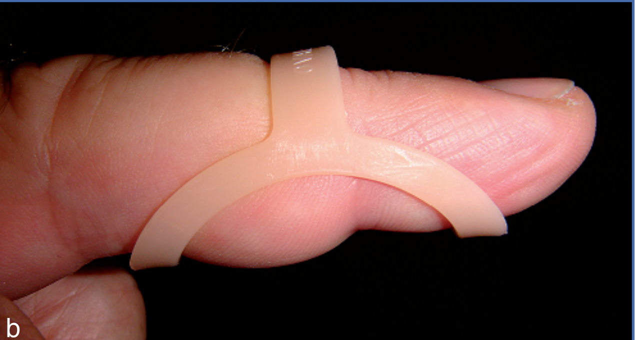


Figure 11.9

Autres attelles pour traiter le doigt en maillet.
a. L'attelle de Stack. Elle nécessite l'existence de nombreuses tailles pour corriger le doigt en maillet. Ce modèle occulte la pulpe du doigt.
b. Plus élégante est l'attelle trois points qui libère la pulpe, mais l'appui des anneaux n'est pas toujours bien toléré.

réduction et d'un éventuel déplacement secondaire imposant une fixation chirurgicale.

L'attelle sabot de Stack est fondée sur le même principe, mais nécessite le choix d'une taille parfaitement adaptée pour obtenir un résultat de qualité. La dernière génération d'attelles sabot est évidée au niveau de la pulpe, ce qui permet au doigt de rester utilisable pendant la durée du traitement (figure 11.9a). L'attelle trois points a l'avantage de libérer la pulpe et de permettre la flexion de l'IPP, mais les bagues ne sont pas toujours bien tolérées car leur ajustage doit être parfait pour corriger le doigt en maillet (figure 11.9b).

Figure 11.10

a. Rupture sous-cutanée de la bandelette médiane (zone 3).
b, c. Orthèse statique palmaire de jour : MP en flexion à 30°, IPP et IPD en extension complète.
d. Orthèse d'extension par lame de Levame portée la nuit.

Ces deux types d'attelles sont mis en place pour une période de 6 à 8 semaines, tout en laissant libre l'IPP. Un résultat *ad integrum* est obtenu dans 98 % des cas.

En zone 3, la rupture sous-cutanée de la bandelette médiane relève également du traitement orthopédique. Notre expérience nous a conduit à combiner l'utilisation dans la journée d'une orthèse statique et la nuit d'une orthèse dynamique, le but étant de restaurer la bonne fonction de la bandelette médiane. L'orthèse statique palmaire répond aux critères des trois points d'appui : MP en flexion à 30°, IPP et IPD en extension complète (figure 11.10). Théoriquement, il conviendrait de laisser libre l'IPD afin de mobiliser les bandelettes latérales, or, pour répondre à ce besoin, la tuile devrait s'arrêter à la moitié de P2, ce qui rend impossible le maintien en extension de l'IPP. Pour la nuit, le patient porte une orthèse dynamique d'extension équipée d'une lame de Levame. Lors du changement d'orthèse, il lui est demandé de mobiliser l'IPD tout en maintenant strictement en extension l'IPP. Ce protocole est scrupuleusement appliqué pour une période de 6 semaines. Puis, l'orthèse statique est retirée dans la journée afin de mobiliser la chaîne digitale et l'orthèse dynamique est encore portée la nuit pour deux semaines. La mobilisation active en flexion doit être prudente, progressive afin de ne pas induire un déficit d'extension actif.

Il est important de contrôler ces patients régulièrement pendant une période de 3 mois pour s'assurer de la pérennité du résultat.

Techniques chirurgicales

Les principales techniques de réparation de l'appareil extenseur sont simples. En fonction de la zone lésée, le choix oscille entre des sutures conventionnelles ou des techniques de réinsertion utilisant des ancres résorbables de type Microfix® ou Minilock Mitek® compatibles avec des protocoles de mobilisation protégée. Ce sont le plus souvent la nature des lésions associées et les possibilités de couverture cutanée qui décideront du choix. Les pertes de substance de l'appareil extenseur sont également réparables en urgence grâce à des plasties.

Voies d'abord (figure 11.11)

Zone I

C'est une région qui doit être abordée avec prudence, car il faut éviter toute lésion de la matrice unguéale ainsi que des décollements trop importants susceptibles de créer une nécrose cutanée. L'approche de l'insertion terminale du tendon extenseur s'effectue par une incision transversale centrée sur le pli interphalangien et prolongée à chacune de ses extrémités par une incision en V selon Beasley [5].

Zones 2–3–4

C'est la nature de la plaie qui impose la voie d'abord. Ainsi, une plaie oblique ou transversale sera agrandie en baïonnette ou par un « S » italique. Kilgore [32] préfère une voie d'abord dorsolatérale pour éviter d'endommager le réseau veineux et lymphatique, mais cette approche est rarement compatible avec une chirurgie primaire, sauf lorsque cette incision participe à la réalisation de lambeaux homodigitaux (Hueston dorsal).

Zone 5

La voie d'abord transversale peut se justifier lorsque plusieurs articulations métacarpophalangiennes sont concernées ; elle a le mérite d'offrir un parfait contrôle de l'appareil extenseur et des sangles, mais elle a la réputation de se désunir aisément lorsque la mobilisation est effectuée immédiatement en post-opératoire. Personnellement, nous préférons l'abord par des incisions intermétacarpiennes longitudinales qui respectent le drainage veineux et évitent de superposer la cicatrice du tendon à celle de l'incision cutanée.

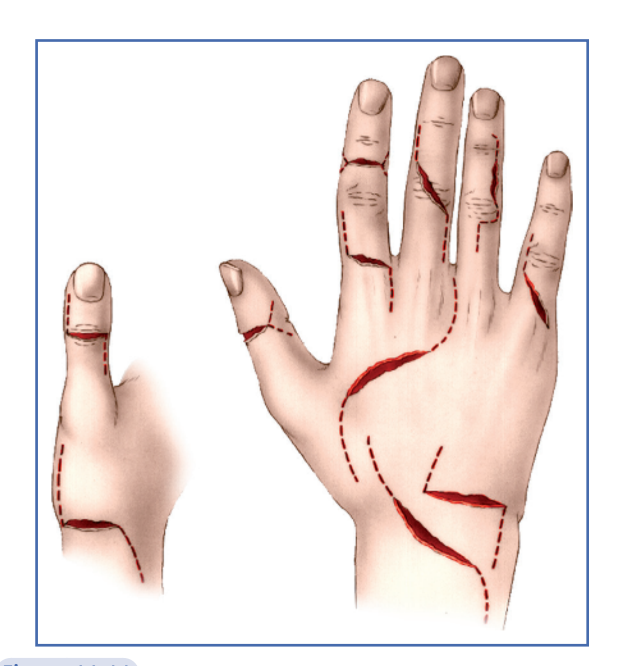


Figure 11.11

Les voies d'abord de l'appareil extenseur en fonction des plaies.

Zones 6–7–8

Le revêtement cutané est ici mal vascularisé et il convient d'éviter son décollement. Il est préférable d'étendre, à la demande, la plaie par des incisions longitudinales et sinusoïdales courtes, en les décalant légèrement par rapport aux tendons pour limiter les adhérences.

Techniques de suture

On ne peut transposer les techniques de sutures des tendons fléchisseurs aux tendons extenseurs. D'une part, la structure des fibres tendineuses des tendons extenseurs est axiale et, d'autre part, leur épaisseur est réduite selon Doyle à 0,65 mm en zone 1 et 1,75 mm en zone 6 [13]. Une plaie ouverte en zone 1 est suturée par un point en U ou un point de Kessler doublé d'un surjet monofilament résorbable de 4/0 (figure 11.12a et b). Si le tendon est de mauvaise qualité, il est préférable de réaliser une ténodermodèse, le surjet prenant globalement le revêtement cutané et les extrémités tendineuses. En zone 2, les bandelettes latérales sont suturées par des points en U ou par un surjet de 4/0). La zone 3 nécessite une réparation précise, si la section de la bandelette médiane est au voisinage de son insertion sur la phalange moyenne une ancre résorbable Microfix® ou Minilock® qui se prolonge par un laçage de type Bunnell ou Becker [24, 26, 58] (figure 11.12c et d) dans la partie proximale du tendon autorise la mobilisation précoce protégée (figure 11.z). Plus en amont de son insertion, la bandelette médiane sera réparée par un surjet croisé de type Silfverskiöld [51] (figure 11.12e). Dans les zones 4 à 8, le tendon est plus large et plus épais et permet une réparation renforcée avec un double surjet bloquant selon Lee [37] (figure 11.12f et g). La finalité est de rechercher une suture solide compatible avec une mobilisation précoce protégée, qui ne raccourcit pas le tendon, évite un déficit de flexion et ne crée pas de surépaisseur cicatricielle.

Technique de *pull-out*

La technique du *barb-wire* de Jenning (1951) a été promue en France par Allieu [2, 3] en 1968. Elle a été largement utilisée pour réparer l'appareil extenseur car son principe permet la mobilisation précoce, mais c'est une technique exigeante sur le plan de la réalisation, de la surveillance

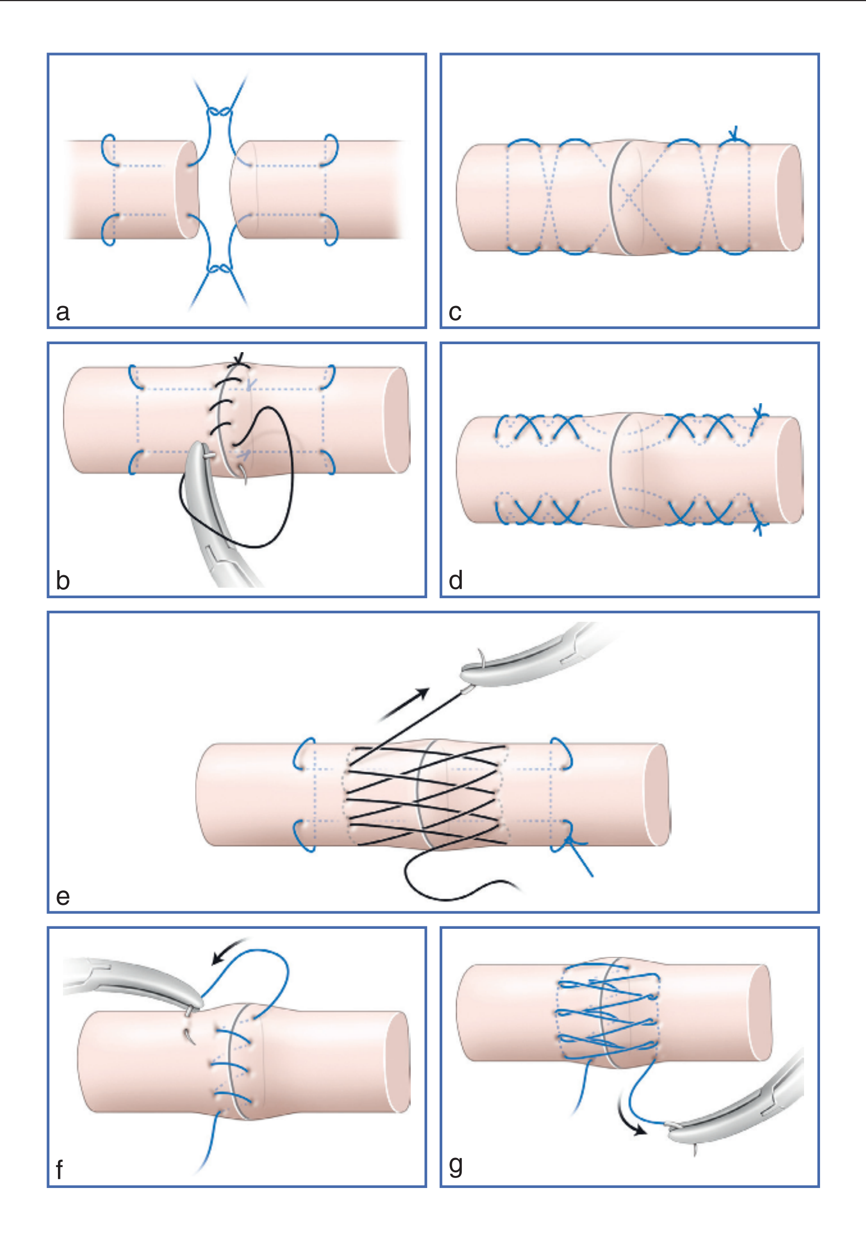


Figure 11.12

Techniques de suture de l'appareil extenseur

a, b. Suture en cadre selon Kessler avec surjet péritendineux 4/0.
c. Suture par laçage selon Bunnell.
d. Suture par double laçage selon Becker.
e. Suture par point en cadre de Kessler complété par un surjet croisé selon Silfverskiöld.
f, g. Suture par double surjet bloquant selon Lee.

post-opératoire et de la qualité de la couverture cutanée qui doit recevoir l'appui de la fixation du fil de suture métallique. Cette technique a été progressivement abandonnée pour laisser la place aux ancres résorbables.

Réinsertion des extrémités tendineuses

L'apparition des mini ou microancreurs Mitek en titane de type parapluie [7, 43] dans les années 1990 puis des ancres résorbables Minilock® et Microfix Mitek®, a considérablement simplifié la réinsertion des tendons extenseurs tout en restant compatible avec les protocoles de mobilisation précoce (figure 11.13a).

Après perforation oblique de la corticale à la base dorsale de la phalange, à l'aide d'un foret de 1,3 mm pour l'ancre Microfix® et 2,3 mm pour l'ancre Minilock®, leur introduction est aisée dans la cavité intramédullaire. La traction sur le fil de suture assure la bascule de l'ancre et son autoblocage ; pour une ancre Minilock®, la force de rupture est de 81,3 newtons. Ces ancres sont équipées d'un fil partiellement résorbable en Orthocord® (figure 11.13b).

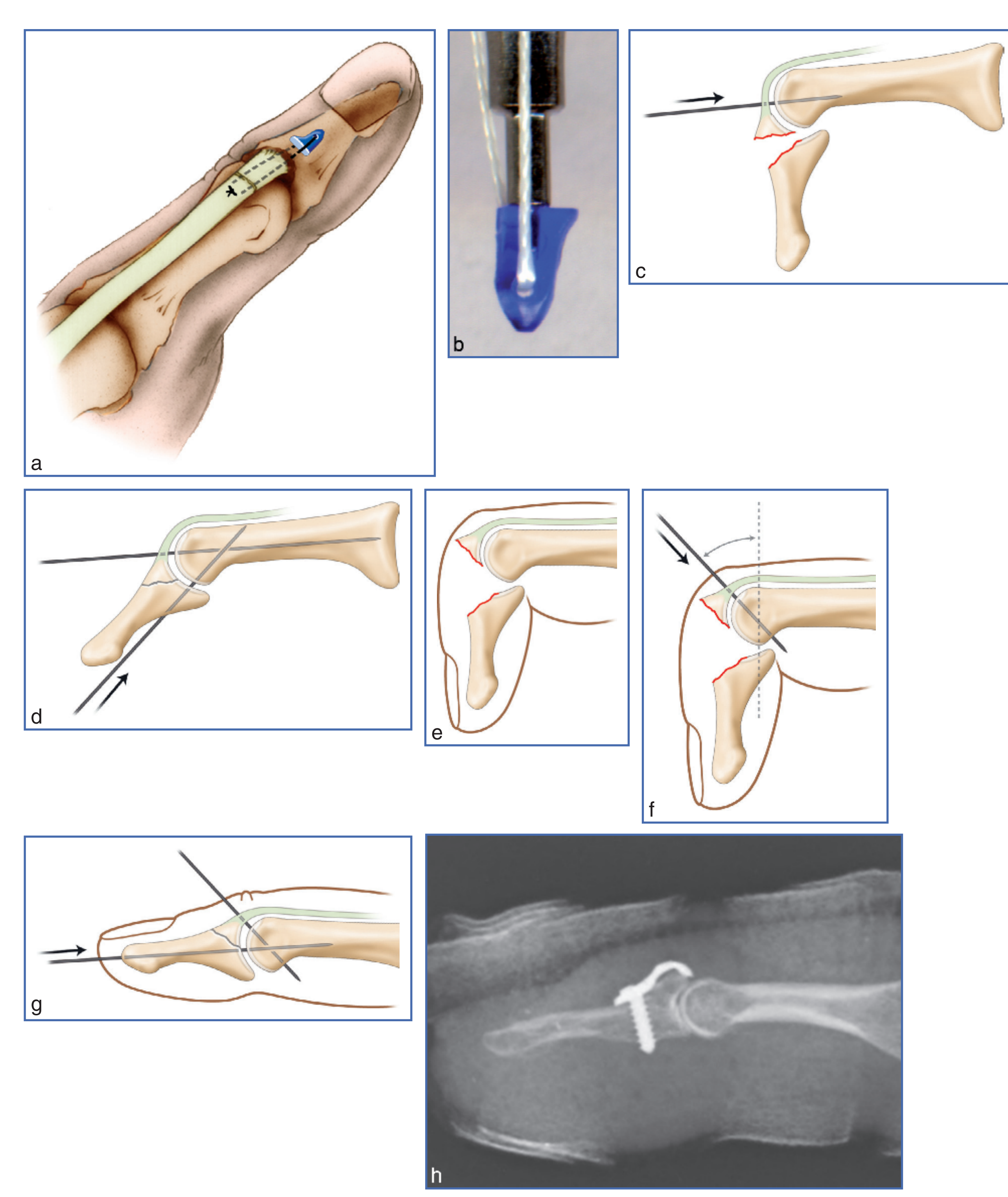


Figure 11.13

Réinsertion en zone 1.

a, b. Réinsertion du tendon extenseur à l'aide d'une ancre résorbable Microfix®.
c, d. Technique de réinsertion de l'extenseur avec un gros fragment osseux selon Ishiguro.
e, f, g. Technique de Hofmeister qui stabilise l'IPD en extension.
h. Synthèse par microplaque console avec une vis de 1,7 mm.

La bandelette médiane, ou l'insertion terminale du tendon extenseur, est amarrée par un point en U ou un laçage selon Bunnell ou Becker qui l'applique contre la corticale osseuse. Cette technique est également utile lorsqu'un petit fragment osseux a été arraché. L'ancre est insérée à travers la surface osseuse fracturée.

Réinsertion du tendon en zone 1 avec fragment osseux

Lorsque le fragment osseux est important (stade 4 b, c de Doyle), il est préférable de rechercher une réduction anatomique et de mettre le blessé à l'abri d'une subluxation de l'IPP, d'une arthrose post-traumatique, d'une déformation en col-de-cygne, d'un déficit d'extension, ce qui peut être le cas si ce fragment intéresse plus de 50 % de la surface articulaire.

Réduction et stabilisation par brochage selon Ishiguro [28]

Sous amplificateur de brillance, une broche de Kirschner de 1 mm est introduite en percutanée à la jonction de l'insertion du tendon extenseur pour gagner la phalange moyenne tout en maintenant en flexion IPP et IPD. Une fois que le fragment est impacté sur le foyer de fracture par mobilisation prudente en extension de la phalange distale, une seconde broche transcutanée est introduite à la jonction pulpo-unguéale et bloque l'IPD en restant à distance du foyer de fracture (figure 11.13c et d).

Hofmeister *et al.* [25] ont amélioré la technique en implantant la broche à 45° d'inclinaison dans la première phalange, puis en plaçant la phalange en position neutre, ils introduisent une broche axiale dans la phalange distale pour bloquer l'IPD. Les broches sont laissées en place pour 4 semaines. Cette dernière technique a l'avantage de maintenir la pleine extension de l'IPD (figure 11.13e, f et g). Ces deux techniques ont l'inconvénient d'extérioriser les broches pour plusieurs semaines, ce qui exclut le doigt de la fonction et ne met pas l'opéré à l'abri d'un sepsis ; c'est pour cette raison qu'il est préférable de les enfouir.

Réduction et stabilisation par microplaque

L'abord direct du foyer de fracture permet une réduction précise. Pour éviter l'éclatement osseux par une ostéosynthèse directe, il est préférable d'utiliser une microplaque d'ostéosynthèse sécable qui admet une vis de l,7 mm. La plaque sectionnée à travers le trou adjacent permet de modeler deux crochets ; l'ensemble va se comporter comme une microplaque console. Cette technique autorise la mobilisation précoce et une reprise rapide d'activité. Cependant, la surépaisseur du matériel implique sa dépose secondaire. Par ailleurs, lors de la mise en place de la plaque, il convient de rester à distance de la matrice unguéale (figure 11.13h).

Réparation des pertes de substance tendineuse

Les pertes de substances de l'appareil extenseur doivent être réparées en urgence dans la mesure où leur couverture est assurée. Les techniques de Snow [52], Aiache [1], Burkhalter et Foucher [22] sont fiables et répondent au traitement des différents types de pertes de substance.

Plastie de Snow

La plastie de Snow [52] permet de reconstituer la bandelette médiane. La plastie tendineuse à pédicule distal est prélevée en regard de la diaphyse de la première phalange, puis retournée de 180°. Elle vient se fixer à la base de la 2e phalange avec une Minilock Mitek® (figure 11.14).

Plastie de Burkhalter et Aiache

La plastie de Burkhalter et Aiache permet également la reconstruction de la bandelette médiane par hémisection longitudinale de chaque bandelette latérale qui sont alors suturées bord à bord pour être centralisées en regard de l'IPP (figure 11.15).

Plastie de retournement de Foucher

La plastie de retournement de Foucher s'adresse aux grandes pertes de substances (figure 11.16). Elle consiste à dédoubler l'extenseur commun en zone 6–7 et à retourner son attache proximale de 180° pour ponter les pertes de substances des zones 3–4–5 et venir se fixer à la base de la 2e phalange, soit par un point de suture transosseux, soit par une ancre Minilock Mitek® (figure 11.16).

Transfert de l'extenseur propre de l'index

En cas de perte de substance importante du long extenseur du pouce, il est légitime de transférer l'extenseur propre de l'index détaché en amont de la sangle métacarpophalangienne. Il est dérouté depuis la zone 7 par une contre-incision à la partie distale du ligament annulaire dorsal du carpe. L'anastomose avec le long extenseur du pouce est réalisée, si possible, en amont de la sangle métacarpophalangienne, si

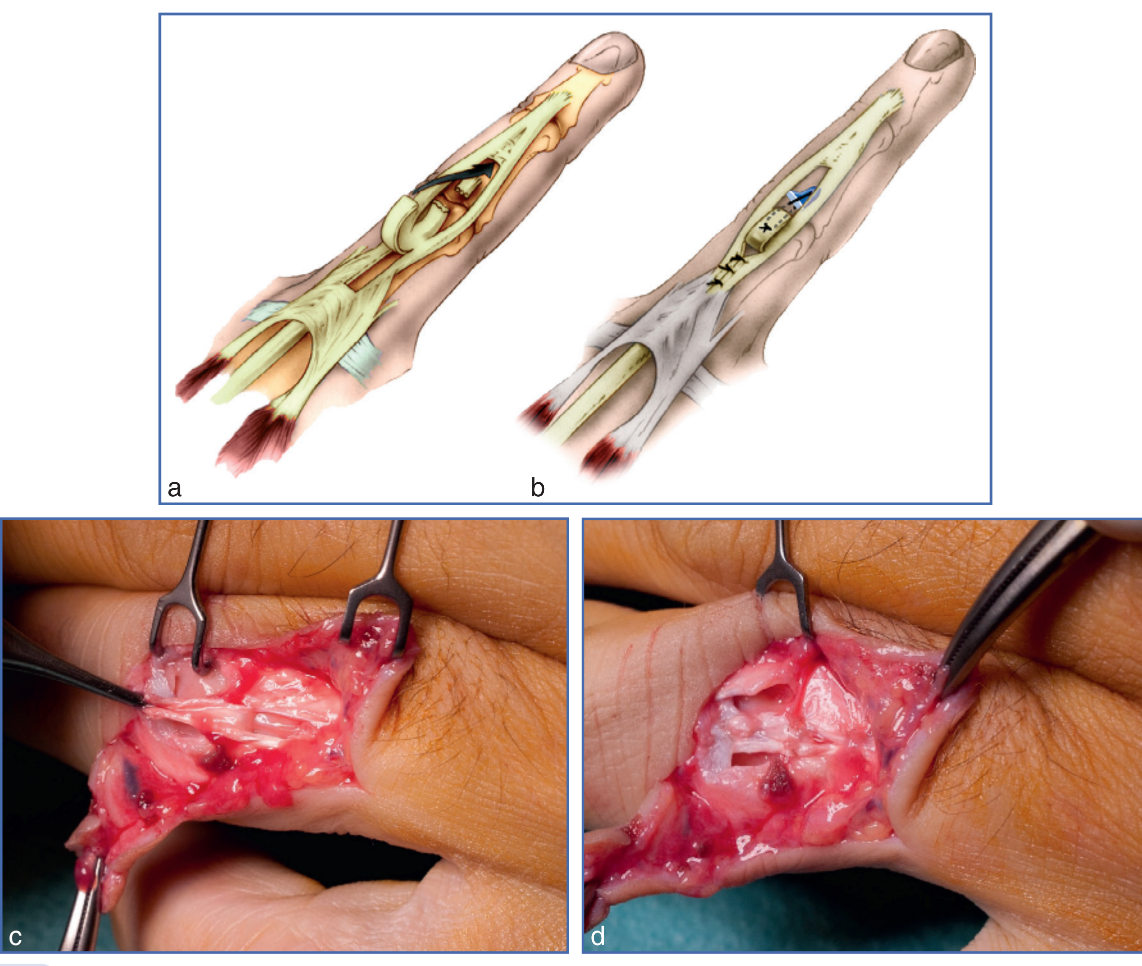


Figure 11.14

Reconstruction de la bandelette médiane du tendon extenseur selon Snow.

a. Un lambeau tendineux *a contrario* prélevé sur le tendon extenseur à PI est retourné de 180° pour s'insérer sur la base de P2 à l'aide d'une ancre Minilock® (b).
c. Plaie par toupie avec perte de la bandelette médiane.
d. Plastie de retournement.

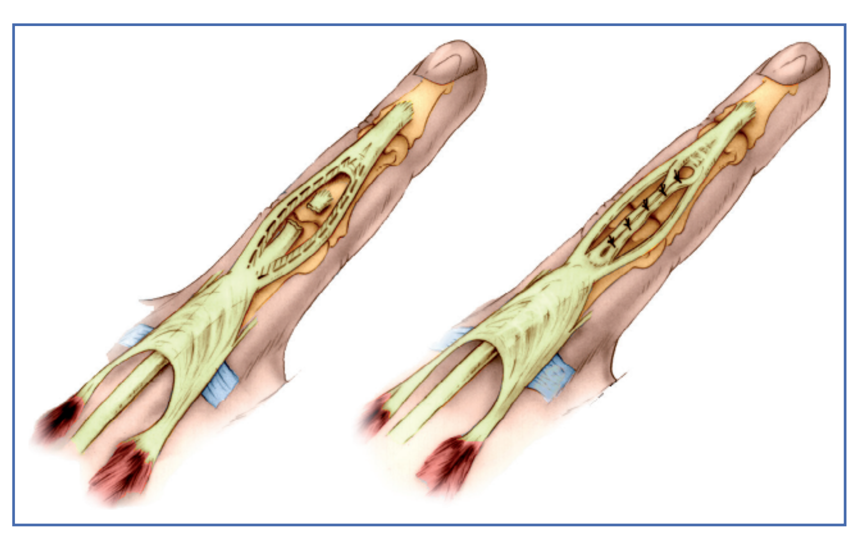


Figure 11.15

Plastie de Burkhalter et Aiache reconstruisant la bandelette médiane par hémisection de chacune des bandelettes latérales qui seront ensuite suturées bord à bord.

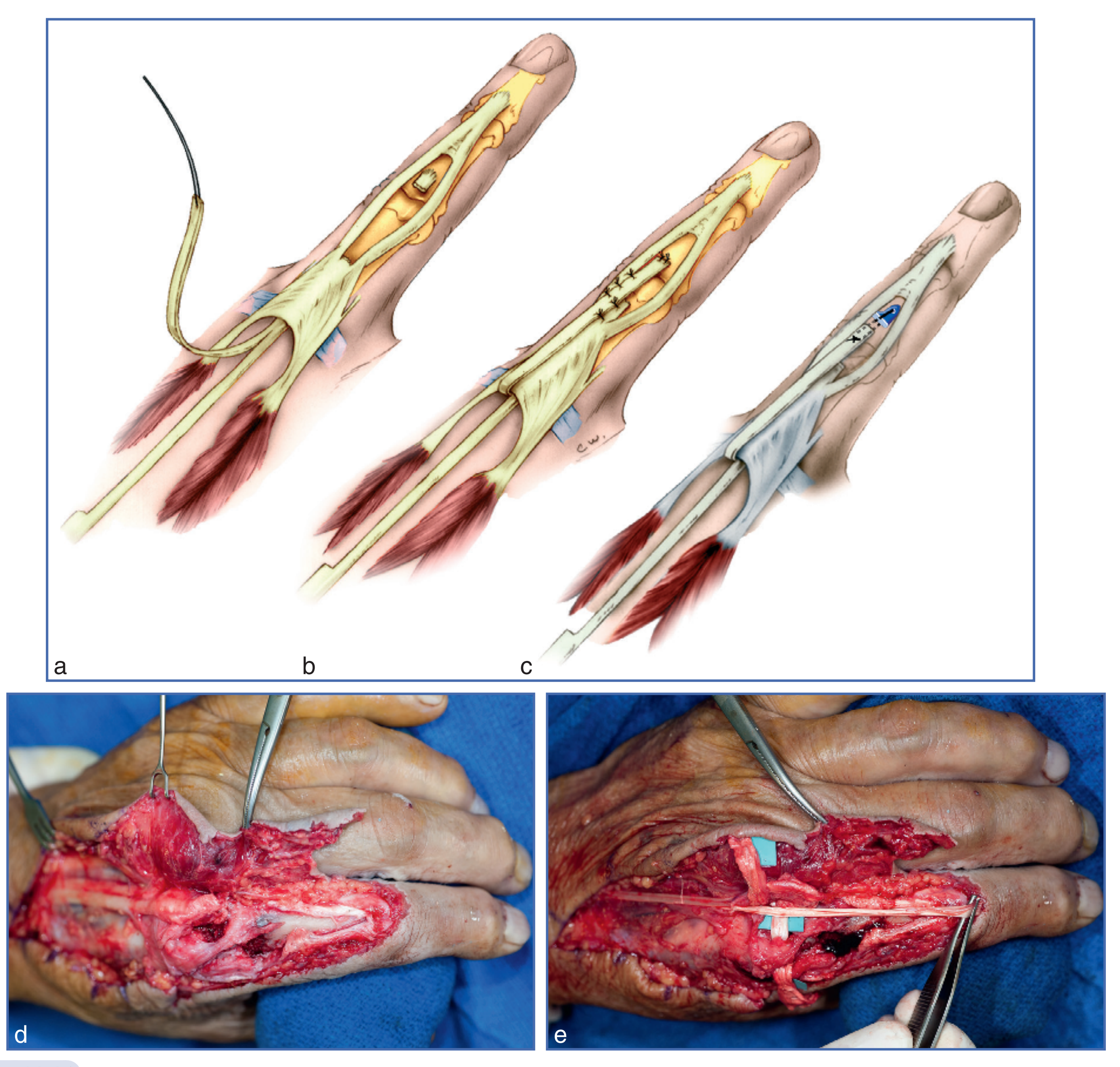


Figure 11.16

Plastie de retournement du tendon extenseur.

a. Reconstruction d'une perte de substance tendineuse en zones 3–4 selon Foucher, par retournement d'un dédoublement de l'appareil extenseur réalisé en zone 6.

b, c. La fixation s'effectue à la base de P2 soit par un point transosseux soit par un ancreur Mitek® (c).

d1. Plaie en zone 4–5 par toupie réparée par une plastie de retournement.

d2. La sangle de l'extenseur a été reconstruite par une plastie transosseuse de petit palmaire.

celle-ci est intacte. Si la sangle est lésée, elle doit être impérativement réparée ou reconstruite pour éviter une luxation palmaire du tendon qui déformerait le pouce en boutonnière.

Lésions de la sangle métacarpophalangienne [6, 38]

La pathologie du donneur de coup de poing entraîne aussi bien une rupture de la sangle des extenseurs qu'une plaie articulaire de la métacarpophalangienne (figure 11.17 a et b).

Lorsque le diagnostic est précoce, la rupture de la sangle peut être réparée par une simple suture en paletot (figure 11.17 c et d). Il est prudent de compléter le traitement par une immobilisation fixant la MP à 30° de flexion pendant 15 jours. Puis, la mobilisation active progressive est autorisée en limitant l'amplitude à 60° pendant 15 jours supplémentaires grâce à une butée antérieure ajoutée à la précédente orthèse.

Lorsqu'il s'agit de plaies ouvertes, avec perte de substance, la technique de Michon permet de reconstruire

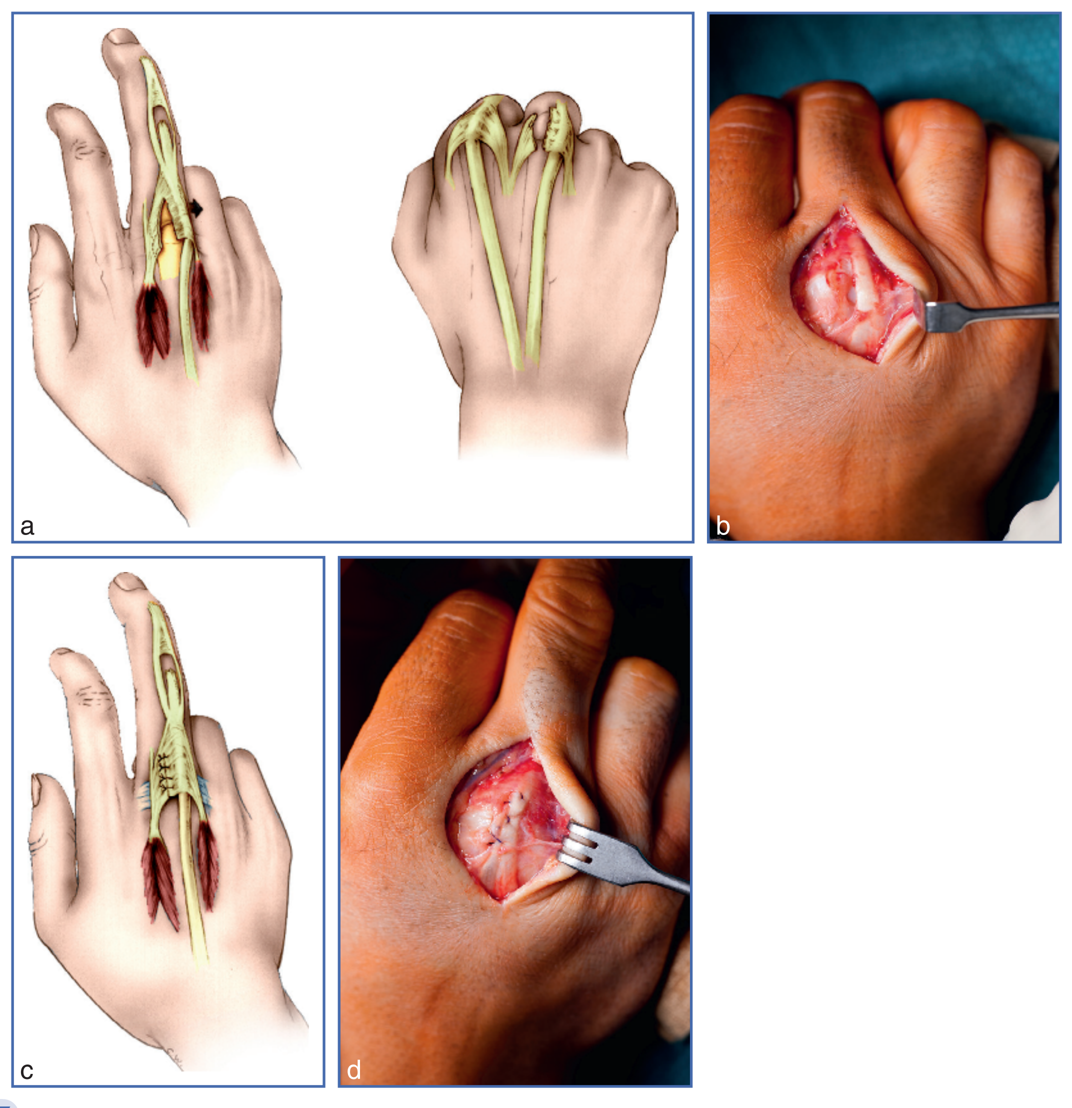


Figure 11.17

Réparation directe de la sangle des extenseurs rompue.
a. Rupture de la sangle des extenseurs. Le tendon se luxe dans la vallée intermétacarpienne lors de la flexion métacarpophalangienne.
b. Aspect d'une rupture fraîche de la sangle.
c, d. Une suture en paletot est réalisable dans les premiers jours qui suivent le traumatisme.

cette sangle en découpant une bandelette aux dépens de l'extenseur pour la fixer au ligament transverse intermétacarpien ou à la capsule articulaire (figure 11.18 a et d). Wheeldon préfère utiliser une jonction intertendineuse (figure 11.19). Le réglage de cette plastie doit être rigoureux. Lors de la flexion totale de la métacarpophalangienne, le tendon extenseur doit être stable sur la convexité de la tête des métacarpiens.

Lorsque la perte de la sangle MP est totale et s'accompagne d'une perte de substance cutanéotendineuse et articulaire, la plastie tendineuse de retournement doit être stabilisée par une double poulie réalisée à l'aide du petit palmaire qui sera fixé par un double passage dans la tête du métacarpien.

La première poulie sert de glissement et de protection à la plastie tendineuse, la seconde la stabilise (figure 11.20).

Pansement

La chirurgie de la face dorsale de la main est source d'hématomes. Il est donc prudent, en cas de traumatisme sévère, d'associer au drainage un pansement compressif pour les 48 premières heures. Dans ce cas, avant tout appareillage ou mobilisation, il est utile de réaliser une immobilisation sur attelle plaçant l'appareil extenseur en position de détente : poignet en dorsiflexion à 30°, métacarpophalangiennes entre 0 et 15°.

Figure 11.18

a. Reconstruction de la sangle de l'extenseur par plastie du tendon extenseur selon Michon, venant se fixer soit sur le ligament transverse intermétacarpien, soit sur le plan capsulaire.
b. Aspect clinique de la rupture de la sangle de l'appareil extenseur de la MP de D3.
c. Prélèvement de la plastie tendeuse à partir de l'extenseur.
d, e. réaxation de l'extenseur.

Au niveau des chaînes digitales, IPP et IPD peuvent être maintenues en extension durant les 48 premières heures avant la mise en place d'un appareillage.

Orthèses et protocoles de rééducation

Les controverses ont été nombreuses pour déterminer quels étaient les meilleurs protocoles pour garantir des résultats fonctionnels de qualité. Il était classique de proposer une immobilisation stricte pour toutes les zones lésées [48]. Puis, les études biomécaniques et cliniques ont démontré que la sollicitation des réparations tendineuses était possible dans toutes les zones à l'exception de la zone 1. Si l'on peut encore défendre l'immobilisation stricte pour des lésions tendineuses isolées, il est évident que la mobilisation s'impose dans les traumatismes par écrasement avec lésions associées (cutanées, osseuses). La lésion des tendons extenseurs est trop souvent considérée comme banale et l'investissement dans la confection d'orthèses et la mise en place de protocoles de rééducation exigeants apparaît démesuré sur le plan temporel et économique. Trop souvent les résultats sont jugés, à tort, excellents quel que soit le protocole utilisé car les effets ténodèses observés lors de la mobilisation du poignet occultent le réel déficit fonctionnel. Les nombreuses études randomisées montrent que la mobilisation précoce améliore plus rapidement la récupération des amplitudes et de la force [8, 11, 31, 33, 46, 49].

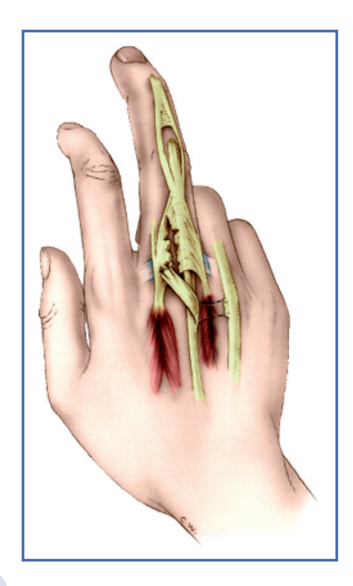


Figure 11.19

Plastie de Wheeldon utilisant une jonction intertendineuse pour stabiliser l'appareil extenseur.

Immobilisation

Zones 1 et 2 et T1–T2

En zone 1 et 2 et T1–T2, l'immobilisation est de règle pendant un minimum de 6 à 8 semaines si la lésion est traitée immédiatement, qu'il s'agisse d'une rupture sous cutanée ou d'une plaie. Il est inutile d'immobiliser l'IPP, sauf si la réparation chirurgicale contre-indique la mise en place de la tuile dorsale ; dans ce cas, il est préférable jusqu'à la cicatrisation cutanée de mettre une attelle palmaire immobilisant IPP et IPD (10 à 15 jours).

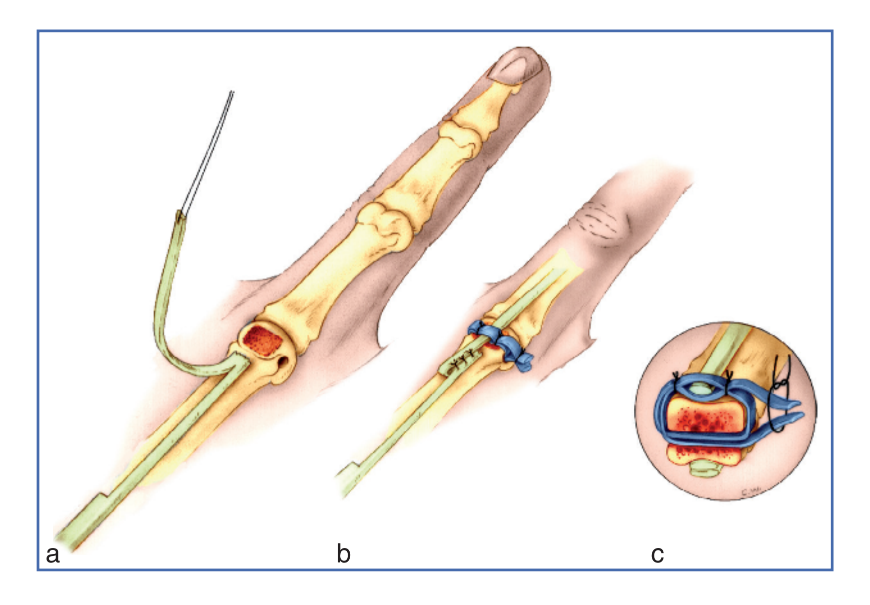


Figure 11.20

Reconstruction d'une double poulie pour stabiliser la plastie de tendon extenseur sur la tête du métacarpien.
a, b. La poulie passe en transosseux à deux reprises.
c. La poulie la plus antérieure sert de plan de glissement à la plastie de tendon extenseur, la poulie postérieure la stabilise.

Zone 3

En zone 3, la rupture sous-cutanée ou la plaie simple de la bandelette médiane peut être traitée par l'immobilisation stricte de l'IPP à 0° à l'aide d'une attelle dorsale et palmaire autorisant la mobilisation active de l'IPD pour sauvegarder l'excursion des bandelettes latérales de l'appareil extenseur.

Zone 4

En zone 4, la plaie simple est immobilisée comme une zone 3. Mais un excès de mobilisation précoce de la MP peut induire une élongation de la zone de suture, il est plus prudent de réaliser une orthèse palmodigitale fléchissant la MP à 20° et fixant l'IPP à 0°.

Zones 5–6–7

En zone 5-6-7, si la plaie est simple, l'immobilisation est confiée à une orthèse antébrachiodigitale fixant le poignet à 30–40° d'extension, les MP à 20° de flexion, les IP étant en extension. Si la lésion en zone 6 est en aval de la *juncta tendinum*, seul le rayon réparé sera immobilisé ; en revanche, si la lésion est proximale, tous les doigts longs seront immobilisés. En effet, lors des lésions en aval de la *juncta*, la mise en flexion des doigts adjacents, qu'elle soit active ou passive, entraîne le moignon proximal du tendon lésé et n'occasionne pas de distension de la suture. En revanche, lorsque les lésions sont en amont de la *juncta*, la flexion des doigts adjacents met sous tension la réparation tendineuse.

Zone 8

La zone 8, par la complexité des lésions associées (os, peau, nerf, vaisseaux) impose le plus souvent une immobilisation stricte du poignet en extension à 30° et des chaînes digitales en position de protection.

Techniques de mobilisation protégée post-opératoire

Il convient de séparer les protocoles de mobilisation pour les zones 3 et 4 où nous utilisons le protocole d'Evans [18–21], des zones 5 à 8 par mobilisation activopassive protégée par la mise en place d'une orthèse dynamique d'extension bas profil.

Protocole d'Evans en zone 3 et 4 (*short arc motion ou SAM*)

Il est dédié aux lésions des zones 3 et 4. En s'inspirant des études biomécaniques de Brand et de Burkhalter, Evans [17, 18, 20] démontre qu'il est possible de mobiliser des sutures sur 3 à 4 mm, sans risque de rupture, en utilisant le protocole suivant : au repos la chaîne digitale est immobilisée strictement par une orthèse palmaire plaçant IPP et IPD en extension (figure 11.21). L'opéré est autorisé à utiliser les effets ténodèses du poignet. Lorsque le poignet est en extension, la MP est libre en flexion ; lorsque le poignet est en flexion, la MP est en extension. Cette activité assure une mobilisation des bandelettes latérales sans menacer la réparation de la bandelette médiane. Puis l'orthèse est retirée pour réaliser le protocole SAM (*short arc motion*), le poignet est alors fléchi à 20°, les MP sont bloquées à 0°, l'opéré est autorisé, sur attelle « top palmaire », à fléchir l'IPP de 30°. La mise sous tension de l'extenseur commun des doigts par la flexion du poignet combinée à la flexion active de l'IPP assure un glissement du tendon de 3,75 mm. La force développée est de 291 grammes en sachant qu'une suture de type Kessler se rompt à 1 353 g. Si les bandelettes latérales ont été réparées, Evans suggère de limiter la flexion active de l'IPD à 30–35°. S'il n'y a pas eu réparation de ces bandelettes, la flexion active peut être portée à 60°, mais cette rééducation de l'IPD doit s'effectuer en bloquant impérativement l'IPP en extension. Ce protocole est exigeant car il implique une éducation du patient pour qu'il apprenne le placement alternatif des articulations : MP à 0° IPP fléchie de 0 à 30°, IPP à 0° MP fléchie activement de 0 à 60°.

Protocole de mobilisation précoce protégée pour les zones 5–6–7:

Le protocole de mobilisation précoce protégé d'Evans pour les zones 5–6–7 [21] est réservé à l'opéré cornpliant, qui peut bénéficier d'une mobilisation passive durant les trois premières semaines. Hors de l'orthèse, le poignet est placé en extension maximale tout en maintenant les chaînes digitales en extension à 0°. La MP de l'index et du majeur est alors mobilisée passivement sans forcer jusqu'à 30 à 45° de flexion. L'annulaire et l'auriculaire peuvent être sollicités jusqu'à 40 à 50° de flexion. Cette mobilisation assure selon Evans une excursion de 3 à 6 mm de la suture sans la menacer. À la 4e semaine, l'opéré peut débuter une mobilisation active des MP à 40–60° de flexion, sans tension excessive tout en maintenant le poignet en extension. Puis le poignet peut être ramené progressivement à la position neutre tout en maintenant les MP en extension, ce qui, par effet ténodèse, favorise la libération des adhérences. Les IP fléchissent activement tout en maintenant les MP en extension. Après ces exercices effectués 10 fois toutes les heures, l'orthèse est remise en place. Durant les 5e et 6e semaines, la rééducation active est développée en amplifiant les effets ténodèses du poignet mais en limitant la flexion des MP à 60°, les IP étant

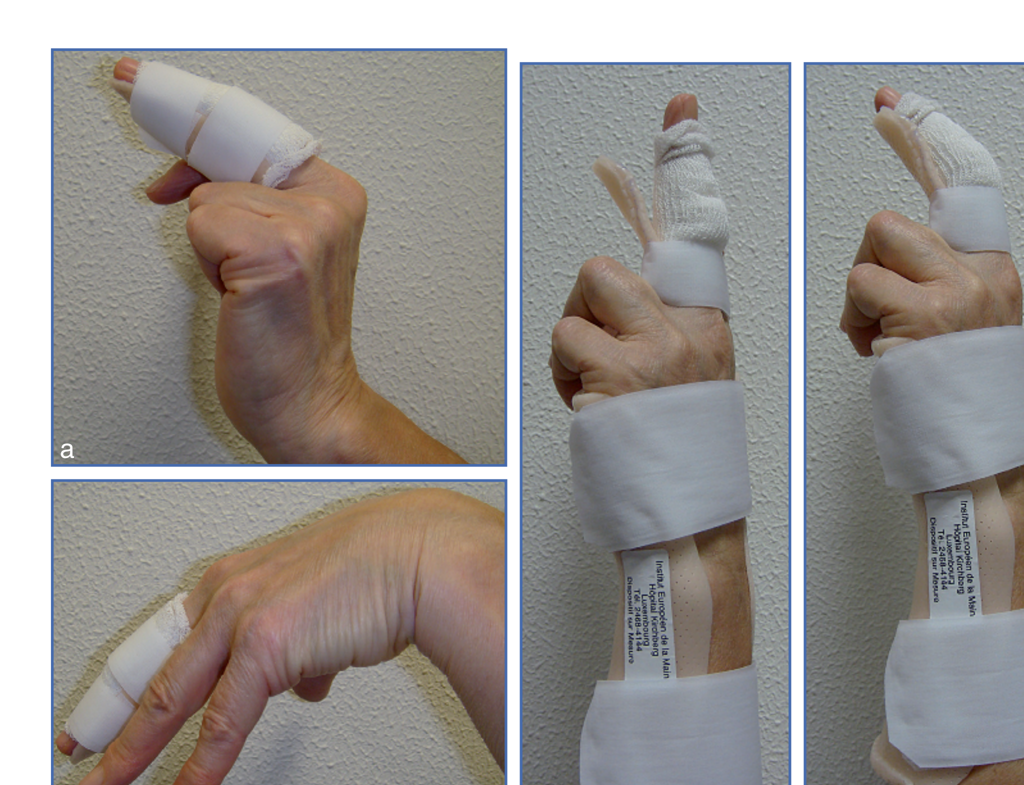


Figure 11.21

Orthèses selon le protocole d'Evans.
a. Orthèse de repos immobilisant IPP et IPD en extension. Par effet ténodèse du poignet lorsque celui-ci est en extension la MP est libre en flexion.
b. Inversement, lorsque le poignet est en flexion, la MP se place en extension.
c. Orthèse de mobilisation active en extension, le poignet est fléchi à 20°, les MP bloquées à 0°.
d. L'opéré fléchit activement l'IPP à 30° protégé par l'attelle « top palmaire ».

mobilisables sans limite mais sans force excessive. Les exercices en force sont autorisés à partir de la 10e semaine.

Nous privilégions le protocole de Kleinert inversé en zone 5–6–7, qui permet une mobilisation activopassive sous protection d'une orthèse dynamique d'extension « bas profil ». L'orthèse dynamique d'extension « bas profil » supplée le système d'extension (principe de Kleinert inversé) (figure 11.22). Le poignet est stabilisé à 30° d'extension, les MP à 0–15° de flexion à l'aide d'une bandelette Velcro®. Le rappel dynamique par élastique est fixé sous l'IPD. Contrairement au protocole utilisé pour les tendons fléchisseurs des doigts, seul le doigt lésé est appareillé mais toutes les MP sont stabilisées.

Des mouvements de flexion active des MP sont réalisés. La bande Velcro® immobilisant les MP étant retirée, l'opéré doit fléchir dix fois toutes les heures toutes les MP compte tenu de leur association par les *junctanæ tendinum*. Le rappel passif en extension s'effectue par l'intermédiaire du hamac placé sur la chaîne digitale et de l'élastique. Cette mobilisation doit être progressive sur une période de 4 semaines, la progression en flexion étant de 15° par semaine. La tension douloureuse doit être perçue par le patient comme une limite à ne pas dépasser. Lorsque les MP sont bloquées en extension contre l'auvent dorsal de l'orthèse à l'aide de la bande de Velcro®, la flexion active des IP est laissée libre car elle ne menace pas les sutures dans les zones 5 à 8 comme l'a démontré Evans. Rappelons que la flexion globale de la chaîne digitale lésée est à proscrire.

Pour les lésions en zone 5, il est plus logique de placer la traction sous P1 afin de mobiliser analytiquement les MP, mais cette localisation du hamac accroît le risque d'hyperextension de la MP tout en induisant une flexion des IP. Par ailleurs, lors des exercices de flexion, la traction élastique diminue le bras de levier.

Pour les lésions en zone 8 (jonction musculotendineuse), le poignet est stabilisé en extension à 30° ; les chaînes digitales sont libres.

Figure 11.22

Plaie en zone 6.
a. À la 48e heure l'attelle palmaire est retirée.
b. L'orthèse dynamique d'extension « bas profil » stabilise le poignet à 30° d'extension et les MP à 0–15° de flexion à l'aide d'une bande Velcro®.
c. Toutes les heures la bande est retirée pour permettre une flexion active des MP, les IP étant maintenues en extension. Le rappel en extension se fait passivement par l'élastique.
d, e. Résultat fonctionnel à 8 semaines.

Lésions des extenseurs du pouce en zone T2–T5

Le poignet est stabilisé à 30° d'extension, la colonne du pouce est en légère abduction-rétropulsion, la MP maintenue à 0° par une bande Velcro®. La traction est placée sous P2 de telle manière qu'en rappel l'IP soit en hyperextension. L'exercice consiste à fléchir l'IP activement, le rappel s'effectuant par l'élastique (figure 11.23). Puis la MP est libérée de la bande Velcro®, l'IP étant maintenue en hyperextension, l'opéré fléchit sélectivement la MP.

Aucune flexion simultanée de la MP et de l'IP n'est autorisée durant les quatre premières semaines [15, 30].

Lorsque la lésion siège au niveau de la zone T2, nous limitons la flexion active de l'IP à 30°.

Figure 11.23

Plaies en zone T3 des extenseurs du pouce.
a, b. Plaie par couteau : le court et le long extenseur sont sectionnés.
c. Suture de chacun des deux tendons.
d. Orthèse dynamique d'extension « bas profil ».
e. Mobilisation sélective de la MP sous orthèse « bas profil » d'extension, IP en extension.
f. Mobilisation sélective de l'IP, une bande Velcro® maintien la MP en extension.
g, h. Résultat fonctionnel à 2 mois.

Protocole de rééducation à J30 et au-delà

À la fin de la 4e semaine, l'opéré est libéré de son orthèse. La rééducation implique le travail actif de l'extenseur et une flexion active progressive allant de l'analytique vers le global, le poignet étant maintenu en extension. Le poignet fléchit permet de bénéficier de l'effet ténodèse qui provoque la mise en extension des chaînes digitales.

Afin que l'appareil extenseur soit en détente durant la nuit, le patient portera une orthèse dynamique d'extension par lame de Levame quelle que soit la zone lésée (figure 11.24).

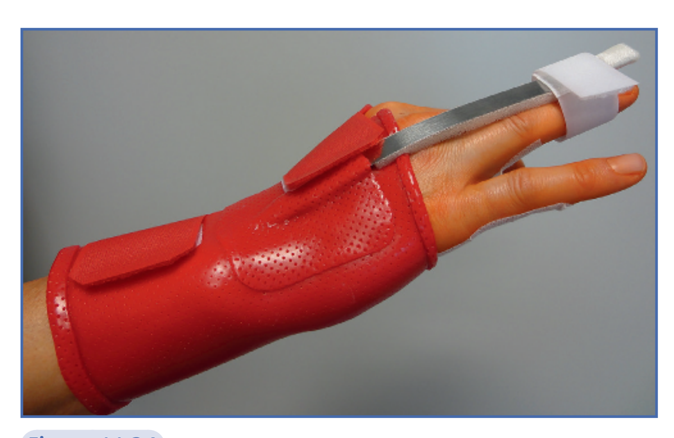


Figure 11.24

Orthèse dynamique d'extension par lame de Levame pour corriger un déficit d'extension.

À J45, la rééducation active en enroulement global est renforcée pour étirer les adhérences péritendineuses tout en évitant de créer un déficit d'extension qui traduirait une élongation anormale du cal cicatriciel. Une orthèse dynamique d'enroulement global est confectionnée pour les lésions de la zone 5 à 8. Pour les zones 2, 3 et 4, un enroulement sélectif IPP-IPD lui est préféré, les MP étant stabilisées en semi-flexion. Ces orthèses sont portées 15 à 20 minutes quatre à six fois par jour. Pour le pouce, l'enroulement global concerne la MP et l'IP.

Indications

Doigts longs

En zone 1

Les désinsertions sous-cutanées relèvent du traitement orthopédique par la pose d'une tuile dorsale en matériau thermoformable sur la face dorsale de P2–P3 pour une durée de 6 semaines (figure 11.8). Si le diagnostic de doigt en maillet est porté plus tardivement à la 2e ou 3e semaine, il est encore possible de recourir à ce procédé, mais en prolongeant le port de la tuile jusqu'à la 8e voire la 10e semaine.

Si la désinsertion tendineuse emmène un gros fragment osseux non réductible par le traitement orthopédique, la fixation s'effectue par brochage ou microplaque vissée (figure 11.13 c et h). Pour les petits fragments osseux la réinsertion sera confiée à une ancre résorbable (Microfix) (figure 11.25).

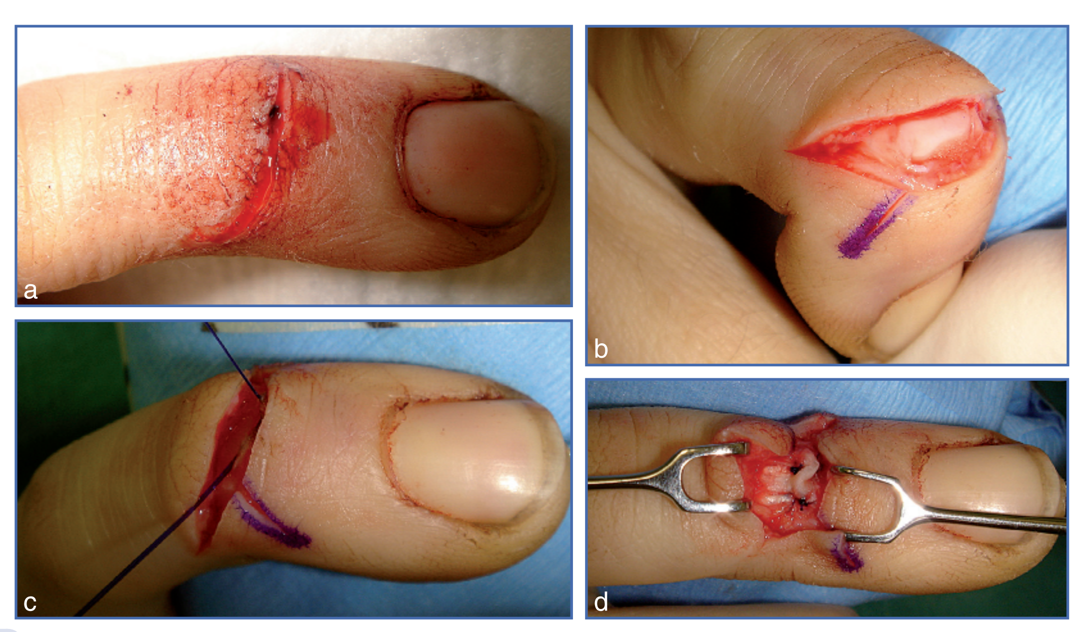


Figure 11.25

Plaie par cutter en zone 1.

a, b. Section de l'extenseur et plaie articulaire.

c, d. Introduction de deux ancres résorbables Microfix® pour réinsérer le tendon extenseur.

En zone 2

Les deux bandelettes latérales sont rarement touchées simultanément. Dans ce cas, on peut se dispenser de réparer la bandelette sans altérer pour autant la fonction de l'IPD. Dans les rares cas de lésion des deux bandelettes par plaie franche, leur réparation est confiée à une suture conventionnelle par points en U. Il est alors nécessaire d'immobiliser pour 4 semaines l'IPD par une tuile, l'IPP restant libre.

Si la lésion se complique d'une fracture de la deuxième phalange, il est important d'ostéosynthéser ces fractures et de réparer au moins une des deux bandelettes par une suture axiale de Tsuge complétée par un ou deux points en « U » afin de permettre une mobilisation précoce de l'IPD (30°) et de l'IPP car, ici, le risque d'adhérences de l'appareil extenseur est élevé, ainsi que celui de l'enraidissement des articulations interphalangiennes.

En zone 3

La simple désinsertion sous-cutanée de la bandelette médiane du tendon extenseur relève du traitement orthopédique par immobilisation en extension de la seule IPP pour un minimum de 4 semaines tout en sollicitant activement l'IPD.

La désinsertion accompagnée d'un arrachement osseux relève le plus souvent de la fixation par une ancre Minilock Mitek® ou, en cas de gros fragment, par un vissage ou un cerclage au fil résorbable (PDS 2 ou 3/0).

Les plaies simples de la bandelette médiane relèvent de la suture par point en U ou de type Kessler et de la mobilisation protégée selon Evans en tenant compte des spécificités de cette zone.

Les pertes de substance relèvent des plasties de Snow (figure 11.14), de Burkhalter et Aiache (figure 11.15) en privilégiant la première qui évite d'affaiblir les bandelettes latérales. Le protocole de mobilisation selon Evans est appliqué.

En zone 4

Ce sont le plus souvent des lésions simples bénéficiant de la suture et de la mobilisation protégée. En cas de perte de substance, elle est confiée à la plastie de dédoublement de l'extenseur commun selon Foucher (figure 11.16).

En zones 5 et 6

Les lésions de la zone 5 sont rarement dissociables de la zone 6. Il s'agit le plus souvent de plaies complexes associant pertes de substance ostéoarticulaire et cutanée.

La plastie tendineuse selon Foucher permet la reconstruction primaire. Il est souvent nécessaire d'y associer une réparation ou une reconstruction de la sangle selon Michon [44], Wheeldon [57], Merle [42] (figures 11.17 à 11.20).

En cas d'impossibilité, il est alors préférable de préparer la reconstruction secondaire en implantant des tiges de silicone TCU® de chez Arex, dans la mesure où la couverture cutanée est de qualité et les met à l'abri d'une surinfection.

Lorsqu'il s'agit de plaies simples de l'appareil extenseur en zone 5 et 6, la simple suture, suivie d'une orthèse « bas profil », autorise la mobilisation protégée et procure les meilleurs résultats (figure 11.22).

En zone 7

C'est une zone de blocage des tendons extenseurs sous le ligament annulaire dorsal du carpe dont le cloisonnement réalise six coulisses ostéofibreuses.

Il est prudent d'ouvrir sur 10 mm environ le ligament annulaire pour faciliter les mouvements de la zone suturée. On peut également sectionner une ou deux cloisons pour faciliter l'excursion tendineuse. À ce niveau, la réparation doit être précise pour éviter une cicatrice volumineuse qui, inexorablement, se bloquerait. La mobilisation précoce, protégée, est ici une nécessité pour limiter le risque de ténolyse secondaire.

En zone 8

Il s'agit presque toujours de traumatismes graves où la réparation de chaque tendon est illusoire compte tenu de la contusion et des lésions associées osseuses, musculaires et cutanées. Dans ce cas, il est préférable d'anastomoser les tendons entre eux et les implanter, par des points en X, dans la masse musculaire. Ici, le risque d'adhérences est élevé et il faudra, si le contexte le permet, prôner une mobilisation précoce protégée dès que le traitement des lésions associées l'autorisera.

Problèmes spécifiques du pouce

En zone T1

Le pouce en maillet est une lésion rare qui relève du traitement orthopédique ou du traitement chirurgical lorsqu'il convient de réinsérer un fragment osseux. L'orthèse place l'IP en hyperextension, avec le poignet à 20° d'extension, sous peine de ne pas permettre de restaurer l'hyperextension IP active naturelle du pouce. Pour protéger la réparation de l'extenseur des contraintes élevées du long fléchisseur du pouce, il est utile d'arthrodéser en légère hyperextension l'interphalangienne pour une période de 3 à 4 semaines.

En zone T2

La plaie franche relève de la suture simple avec mise en place d'une orthèse « bas profil » fixant le poignet à 30° de dorsiflexion et en maintenant le pouce en légère abduction-rétropulsion. En cas de perte de substance, la reconstruction primaire peut s'effectuer par dédoublement du long extenseur à partir du premier métacarpien.

En zone T3

Ici, il convient de réparer le court et le long extenseur et, éventuellement, la sangle. La plaie franche est traitée par suture simple avec mise en place d'une orthèse « bas profil » (figure 11.23). Les plaies complexes privilégient la seule reconstruction du long extenseur par une plastie de retournement selon Foucher ou par le transfert de l'extenseur propre de l'index.

En zone T4

Les plaies franches sont réparées selon les principes classiques de la suture et de la mobilisation précoce protégée. Les pertes de substance peuvent faire appel à l'anastomose du long extenseur avec le court extenseur, si ce dernier n'est pas trop grêle, ou par transfert de l'extenseur propre de l'index.

Résultats

Les résultats des désinsertions tendineuses en zones 1 et 3 traitées par orthèse sont excellents dans plus de 90 % des cas dans la mesure où les patients sont traités dans les tout premiers jours qui suivent le traumatisme et s'ils sont rigoureux dans le port d'orthèse. Les résultats incomplets sont liés le plus souvent aux changements itératifs de l'orthèse alors que les patients sont informés, qu'ils ne doivent pas la quitter un seul instant pendant un minimum de 6 semaines et que tout changement doit se faire avec l'aide d'une tierce personne.

Les plaies simples des tendons dans les zones 5 à 8 bénéficient de protocoles de mobilisation précoce, soit sur orthèse statique soit sur orthèse dynamique d'extension. Chester [11] a démontré que les deux protocoles donnaient des résultats sensiblement équivalents au final, sans aucune rupture. Elliot et Southgate [15] ont également démontré qu'une mobilisation active précoce de l'IP du pouce, grâce à une suture renforcée, était la meilleure méthode pour obtenir un bon résultat. Zubovic *et al.* [58] ont montré qu'un renforcement de la suture tendineuse utilisant une double suture en cadre selon Becker (4 brins) permet de limiter à 3 semaines l'immobilisation sur attelle statique sans provoquer de rupture tendineuse.

Conclusion

L'apparition des techniques de mobilisation protégée à l'aide d'orthèses « bas profil » a permis d'améliorer, de manière notable, les résultats fonctionnels des plaies franches des tendons extenseurs au niveau des chaînes digitales. Bien conduite, cette méthode assure 76 % d'excellents résultats sur les doigts longs et 64,4 % sur le pouce.

Dans les zones 5 à 8, les résultats sont également constamment excellents. En revanche, dans les traumatismes complexes, l'association de fractures et de pertes de substance cutanée fait chuter les résultats classés excellents à 31,2 %. Les résultats moyens sont à 12,6 % et les mauvais à 5,6 %. Mais, grâce à ces procédés, les résultats restent supérieurs à toutes les autres méthodes proposées. En cas de réintervention, le geste chirurgical se limite à une simple ténolyse.

L'apparition des ancres résorbables Minilock® et Microfix Mitek® a fait disparaître les indications de réparation par *pull-out* (*barb-wire*) en zone 1 et 3. Et le protocole d'Evans (*short arc motion*) a considérablement amélioré la qualité des résultats fonctionnels.

Ce domaine de la traumatologie est exigeant sur le plan de l'appareillage et de la rééducation, mais il impose également au chirurgien une parfaite maîtrise des techniques de réparation des pertes de substance cutanée.

Références

[1] Aiache A, Barsky AJ, Weiner DL. Prevention of « boutonniere » deformity. Plast Reconstr Surg 1979 ; 46 : 164–7.
[2] Allieu Y. Romieu. L'utilisation du barb-wire de Jenning dans les sutures tendineuses. Absence d'immobilisation postopératoire. Ann Chir 1971 ; 25 : 987–94.
[3] Allieu Y. L'utilisation du barb-wire de Jenning en chirurgie de la main. Note de catamnèse. Ann Chir 1977 ; 31 : 359–61.
[4] Allieu Y, Ascencio G, Gomis R, et al. Suture des tendons extenseurs de la main avec mobilisation assistée, à propos de 120 cas. Rev Chir Orthop 1970 1984 ; suppl. 2 : 69.
[5] Beasley RW. Tendon injuries. In : Hand Injuries, editors. Philadelphia : WB Saunders ; 1981. p. 242–62.
[6] Bents RT, Metz JP, Topper SM. Traumatic extensor tendon dislocation in a boxer : a case study. Med Sci Sports Exerc 2003 ; 10 : 1645–7.
[7] Buch BD, Innis P, Mc Clinton A, et al. The Mitek mini G2 suture Anchor : Biomechanical analysis of use in the hand. J Hand Surg 1995 ; 20A : 877–81.

[8] Bulstrode NW, Burr N, Pratt AL, et al. Extensor tendon rehabilitation a prospective trial comparing three rehabilitation regimens. J Hand Surg 2005; 30B(2) : 175–9.
[9] Bunnell S. Bunnell's surgery of the Hand. In : 1st ed. Philadelphia : J.B. Lippincott; 1944. p. 47.
[10] Burkhalter WE, Carneiro RS. Correction of the attritional boutonniere deformity in high ulnar nerve paralysis. J Bone Joint Surg 1979; 61A : 131–4.
[11] Chester DL, Beale S, Beveridge L, et al. A prospective, controlled, randomized trial comparing early active extension with passive extension using a dynamic splint in the rehabilitation of repaired extensor tendons. J Hand Surg Br 2002; 27 : 283–8.
[12] Duchenne GB. Physiologie des mouvements. Paris : J.-B. Baillière; 1867.
[13] Doyle JR. Extensor tendons-acute injuries. In : Green DP, editor. Green's operative hand surgery. 4th ed. New York : Churchill Linvigstone; 1999. p. 195–8.
[14] Elliot D, McGroutber DA. The excursions of the long extensor tendons of the hand. J Hand Surg Br 1986; 11(1) : 77–80.
[15] Elliot D, Southgate CM. New concepts in managing the long tendons of the thumb after primary repair. J Hand Ther 2005; 18 : 141–56.
[16] Elson RA. Rupture of the central slip of the extensor hood of the finger. A test of early diagnosis. J Bone Joint Surg Br 1986; 68(2) : 229–31.
[17] Evans RB, Burkhalter WE. A study of the dynamic anatomy of extensor tendons and implications for treatment. J Hand Surg Am 1986; 11(5) : 774–9.
[18] Evans RB. Therapeutic management of extensor tendon injuries. Hand Clin 1986; 2 : 157–69.
[19] Evans RB, Thompson DE. The application of stress to the healing tendon. J Hand Ther 1993; 6(4) : 266–84.
[20] Evans RB. Immediate active short arc motion following extensor tendon repair. Hand Clin 1995; 3 : 483–512.
[21] Evans RB. Clinical management of extensor tendon injuries : the therapist's perspective. In : Rehabilitation of the hand and upper extremity, editors. 5th ed. Elsevier Mosby; 2011. p. 521–54.
[22] Foucher G, Braun F, Merle M, et al. Le « doigt-banque » en traumatologie de la main. Ann Chir 1970; 34(9) : 693–8.
[23] Frère G, Moutet F, Sartorius C, et al. Mobilisation contrôlée postopératoire des sutures des tendons extenseurs des doigts longs. Ann Chir Main 1984; 3 : 139–44.
[24] Greenwald DP, Randolph MA, Hong HZ, et al. Augmented Becker versus modified Kessler tenorrhaphy in monkeys : dynamic mechanical analysis. J Hand Surg Am 1995; 20(2) : 267–72.
[25] Hofmeister EP, Mazurek MT, Shin AY, et al. Extension black pinning for large mallet fractures. J Hand Surg Am 2003; 28(3) : 453–9.
[26] Howard RF, Ondrovic L, Greenwald DP. Biomechanical analysis of four-strand extensor tendon repair techniques. J Hand Surg Am 1997; 22(5) : 838–42.
[27] Isel M, Merle M. Orthèse de la main et du poignet Protocoles de rééducation. Elsevier Masson : Issy-les-Moulineaux; 2012.
[28] Ishiguro T, Itoh Y, Yabe Y, et al. Extension block with Kirschner wire for fracture dislocation of the distal interphalangeal joint. Tech Hand Up Extrem Surg 1997; 1(2) : 95–102.
[29] Katzman BM, Klein DM, Mesa J, et al. Immobilization of the mallet finger. Effects of the extensor tendon. J Hand Surg 1999; 1(Br).
[30] Khandwala AR, Blair J, Harris SB, et al. Immediate repair and early mobilization of the extensor pollicis longus tendon in zone 1 to 4. J Hand Surg 2004; 3B : 250–8.
[31] Khandwala AR, Webb J, Harris SB, et al. A comparaison of dynamic extension splinting and controlled active mobilisation of complete divisions of extensor tendons in zone 5 and 6. J Hand Surg 2008; 2(B) : 140–6.
[32] Kilgore ES, Adams DR, Newmeyer III WL. A prefered incision for dorsal finger exposure. Plast Reconstr Surg 1971; 47 : 194–5.
[33] Kitis A, Ozcan RH, Bagdatli D, et al. Comparison of static and dynamic splinting regimens for extensor tendon repairs in zones V to VII. J Plast Surg Hand Surg 2012; 46(3-4) : 267–71.
[34] Koul AR, Patil RK, Philip V. Complex extensor tendon injuries : early active motion following single-stage reconstruction. J Hand Surg Eur Vol 2008; 33(6) : 753–9.
[35] Landsmeer JMF. The anatomy of the dorsal aponeuris of the human finger and its functional significance. Anat Rec 1949; 104 : 31–44.
[36] Landsmeer JMF. A report on the coordination of the interphalangeal joints of the human finger and its disturbance. Acta Morphol Neerlando-Scand 1958; 21 : 59–84.
[37] Lee SK, Dubey A, Kim BH, et al. A biomechanical study of extensor tendon repair methods : introduction to the running-interlocking horizontal mattress extensor tendon repair technique. J Hand Surg Am 2010; 35(1) : 19–23.
[38] Le Viet D, Ebelin M, Loy S. Luxation traumatique de l'appareil extenseur au dos de l'articulation métacarpo-phalangienne de l'auriculaire. A propos de six cas. Ann Chir Main 1991; 4 : 273–9.
[39] Littler JW. The digital extensor-flexor system. In : Converse JM, editor. Reconstructive Plastic Surgery. 2nd ed. Philadelphia : WB Saunders; 1977. p. 3166–214.
[40] Marin-Braun F, Merle M, Sanz J, et al. Réparation primaire des tendons extenseurs de la main avec mobilisation postopératoire assistée. À propos d'une série de 48 cas. Ann Chir Main 1989; 8 : 7–21.
[41] Mason ML, Shearon CG. The process of tendon repair : an experimental study of tendon repair : an experimental study of tendon suture and tendon graft. Arch Surg 1932; 25 : 615.
[42] Merle M. Techniques et indications de couverture cutanée de l'appareil extenseur. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main. vol. 3. Paris : Masson; 1986. p. 100–7.
[43] Merle M1, Duteille F, Rehart S, et al. Use of mitek anchors in the digits. Tech Hand Up Extrem Surg 2000; 4(3) : 189–200.
[44] Michon J, Vichard P. Luxation latérales des tendons extenseurs en regard de l'articulation MP. Rev Med Nancy 1961; 86 : 595–601.
[45] Mitz V, Sololowc Gasnier F, Vilain R. La pathologie du donneur de coup de poing. Ann Chir Plast Esthet 1985; 1 : 69–77.
[46] Neuhaus V, Wong G, Russo KE, et al. Dynamic splinting with early motion following zone IV/V and TI to TIII extensor tendon repairs. J Hand Surg Am 2012; 37(5) : 933–7.
[47] Rabischong P. Innervation proprioceptive des muscles lombricaux de la main chez l'homme. Rev Chir Orthop 1968; 8 : 234.
[48] Russell RC, Jones M, Grobbelaar A. Extensor tendon repair : mobilise or splint? Chir Main 2003; 22(1) : 19–23.
[49] Sameem M, Wood T, Ignacy T, et al. A systematic review of rehabilitation protocols after surgical repair of the extensor tendons in zones V-VIII of the hand. J Hand Ther 2011; 24(4) : 365–72.
[50] Schreuders TAR, Soeters JNM, Hovius SER, et al. A modification of Elson's test for the diagnosis of an acute extensor central slip injury. Hand Therapy 2006; 11 : 111–2.
[51] Silfverskiöld KL, May EJ. Flexor tendon repair in zone II with a new suture technique and an early mobilization program combining passive and active flexion. J Hand Surg Am 1994; 19(1) : 53–60.
[52] Snow JW. Use of a retrograde tendon flap in repairing a severed extensor tendon in the PIP joint area. Plast Reconstr Surg 1973; 51 : 555–8.

[53] Tubiana R, Valentin P. Anatomy of the extensor apparatus and the physiology of finger extension. Surg Clin North Am 1964 ; 44 : 897–907.
[54] Tubiana R. Architecture fonctionnelle de la main. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main. vol. 1. Paris : Masson ; 1980. p. 52–127.
[55] Valentin P. Physiologie de l'extension des doigts. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main. vol. 1. Paris : Masson ; 1980. p. 411–20.
[56] Verdan C. Primary and secondary repair of flexor and extensor injuries. In : Flynn JE, editor. Hand surgery. Baltimore : Williams and Wilkins ; 1966. p. 220.
[57] Wheeldon FT. Recurrent dislocation of extensor tendons in the hand. J Bone Joint Surg 1954 ; 36B : 612–7.
[58] Zubovic A, Egan C, O'Sullivan M. Augmented (Massachusetts General Hospital) Becker Technique combined with static splinting in extensor repair zone III to VI : functional outcome at three months. Tech Hand Up Extrem Surg 2008 ; 12 : 7–11.

Chapitre 12

Amputations d'attente et amputations définitives

G. Dautel

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Quels que soient le niveau de mutilation et le doigt concerné, la réalisation d'une amputation digitale est un acte chirurgical lourd de conséquences fonctionnelles. On parle d'amputations « d'attente » lorsqu'un programme chirurgical de reconstruction ultérieure est planifié. Il s'agit le plus souvent d'une reconstruction microchirurgicale par transfert d'orteil. Dans ces circonstances, les règles présidant à la réalisation du moignon sont différentes de celles observées lorsque l'amputation digitale est définitive. Il est donc crucial de connaître dans ses grandes lignes, dès le stade de l'urgence, le programme chirurgical dans sa globalité.

Amputations définitives

Règles générales

La réalisation d'une amputation digitale ne fait pas exception à la règle d'un traitement qui doit s'effectuer, autant que possible, en un seul temps opératoire. Il faut tenter, par conséquent, de réaliser d'emblée le moignon le plus satisfaisant.

Couverture cutanée

Pour pouvoir être utilisé correctement, un moignon digital doit disposer d'une couverture cutanée mécaniquement adaptée. Il faut ainsi éviter l'excès de parties molles aboutissant au classique moignon digital en « battant de cloche » inesthétique et surtout peu fonctionnel en raison de l'excès de mobilité des parties molles. Il faut également éviter, à l'autre extrémité du spectre, ces moignons insuffisamment étoffés, couverts d'une peau mince, souvent adhérente, et douloureux lors de la prise.

Indolence

L'existence de douleurs au niveau d'un moignon digital aboutit très souvent à son exclusion progressive. L'obtention d'un moignon indolent nécessite un traitement spécifique des nerfs collatéraux. La seule résection proximale de ces nerfs collatéraux palmaires est toutefois une garantie insuffisante si la perfection technique n'est pas atteinte lors de la réalisation du temps cutané et du temps osseux.

Sensibilité

Pour être correctement utilisé, un moignon digital doit être sensible, ce qui exclut, *a priori*, certaines solutions de couverture comme les lambeaux à distance qui ne donnent, à long terme, au mieux, qu'une sensibilité de protection. L'obtention d'un moignon sensible est le résultat d'un choix judicieux quant à la technique de fermeture et de couverture cutanée. Indirectement, la sensibilité obtenue, au niveau du moignon est fonction du niveau de section osseuse. Suivant les cas, il faudra s'acharner à conserver la longueur, quitte à user d'un lambeau sensible pour obtenir la couverture du moignon, ou bien au contraire raccourcir pour permettre une fermeture par simple adossement de deux valves cutanées, dorsale et palmaire.

Mobilité

La mobilité d'un moignon digital dépend de l'intégrité des articulations situées en amont du moignon, d'une part, et de l'existence de moteurs tendineux d'autre part. En outre, cette mobilité est également liée au niveau de section osseuse. Lorsque seul persiste un court segment de la base d'une phalange, même si des insertions tendineuses sont intactes, la mobilité obtenue n'aura que peu de traduction clinique, compte tenu de la brièveté du bras de levier.

Technique des amputations digitales définitives

Amputations à hauteur de P3

Les chapitres consacrés aux pertes de substance pulpaire et aux traumatismes unguéaux ont insisté sur l'importance fonctionnelle de la phalange distale et les possibilités techniques de reconstruction. De la même façon, il a été clairement démontré, lors de la description des techniques de replantations digitales, que les plus distales de ces replantations à hauteur de la 3^e^ phalange donnaient les meilleurs résultats fonctionnels. Il reste toutefois des circonstances où l'amputation réglée, définitive, est la seule solution technique possible. Nous n'avons jamais réalisé, pour ces amputations digitales très distales, de transfert distal de 2^e^ orteil pour reconstruire P3, les résultats fonctionnel et esthétique de ces interventions nous semblant discutables. À hauteur de la 3^e^ phalange, l'amputation sera donc toujours définitive. Comme nous le reverrons, les amputations à travers la phalange distale du pouce font parfois exception à cette règle. En zones I, II et III (figure 12.1), tout doit être tenté pour conserver la longueur restante de la phalange distale. Les différents lambeaux sensibles utilisables pour couvrir la tranche de section osseuse ont été précédemment décrits. L'attitude vis-à-vis du complexe unguéal dépend également du niveau d'amputation. La conservation de celui-ci peut être envisagée en zones I et II, mais justifie des techniques complexes de reconstruction, faisant suivant les

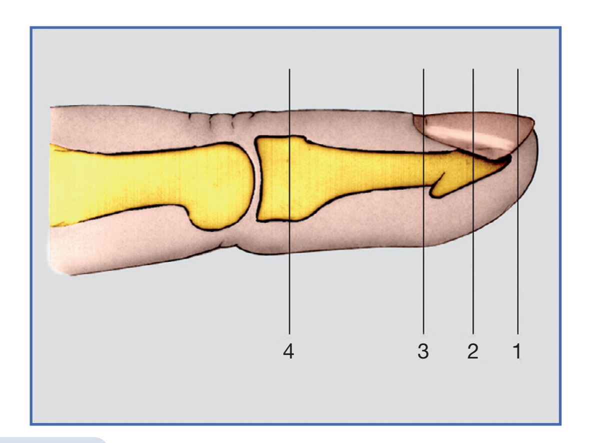


Figure 12.1

Topographie des amputations distales au niveau de P3 (zone 1 à 4).

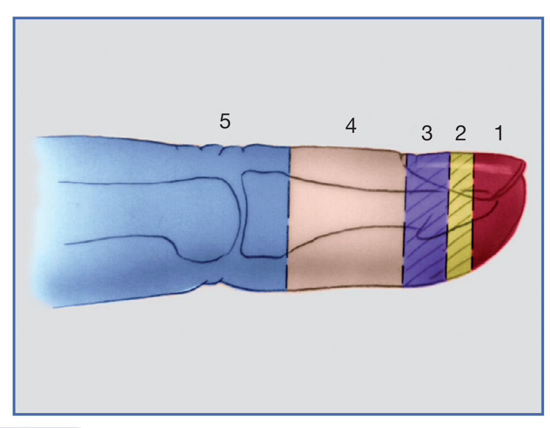


Figure 12.2

Niveau et indications des amputations définitives de la phalange distale (doigt long).

1. Conservation de l'ongle et reconstruction pulpaire par lambeau sensible.
2. Conservation de l'ongle à discuter.
3. Conservation de P3. Reconstruction éventuelle par lambeau sensible. Stérilisation unguéale.
4. Conservation de P3 à discuter. Stérilisation unguéale.
5. Conservation de P3 contre-indiquée. Amputation en tête de P2.

cas appel à des greffes ou des lambeaux de lit unguéal. En revanche, en zone III, il est illusoire d'espérer restaurer un lit unguéal de longueur suffisante. Dans ces conditions, la brièveté du lit aboutira inexorablement, si l'on conserve la matrice unguéale, à une repousse en griffe fonctionnellement gênante. À ce niveau d'amputation, il est par conséquent impératif de stériliser définitivement, dès la phase de l'urgence, la matrice unguéale. Il n'y a rien de plus frustrant pour le chirurgien que d'avoir à réintervenir, de manière itérative, pour procéder à l'exérèse de reliquats unguéaux gênants. Cette exérèse sera donc méticuleuse, s'aidant de moyens grossissants, soulevant un volet cutané au niveau du versant dorsal du sillon unguéal proximal pour exciser radicalement tout le tissu matriciel.

Lorsque le traumatisme a réalisé une amputation plus proximale et qu'il ne persiste que quelques millimètres de la base de P3, il est en revanche inutile, voire gênant, sur le plan fonctionnel, de conserver la base de cette phalange. Même munie de ses insertions tendineuses normales, la brièveté du segment osseux ne conférera à ce reliquat de P3 aucune mobilité fonctionnellement utile. Dans ces conditions, mieux vaut procéder, d'emblée, à une régularisation en tête de P2 qui simplifiera le temps de fermeture cutanée (figure 12.2).

Amputations à hauteur de P2

Amputations en tête de P2

Il s'agit du niveau idéal d'amputation. Toute la longueur du segment diaphysaire de P2 est conservée en conférant une bonne efficacité fonctionnelle aux mouvements de flexion-extension de l'articulation interphalangienne proximale. Le dessin des valves cutanées est asymétrique, privilégiant, chaque fois que faire se peut, la valve palmaire au détriment de son homologue dorsale. Ce faisant, on reporte le front de suture au niveau de la face dorsale du doigt, obtenant un capitonnage de l'extrémité digitale par une peau palmaire plus épaisse et mieux adaptée à la prise. Le temps osseux consiste en une mise en forme de l'extrémité distale de P2, à la pince gouge ou la pince de Liston. Le relief latéral et le surplomb palmaire des condyles sont successivement effondrés. Ce temps osseux nous semble essentiel car il réduit l'encombrement distal de la pièce osseuse en supprimant le relief des condyles et autorise ainsi la constitution d'un moignon de morphologie acceptable. Le tendon fléchisseur profond est retrouvé, par l'usage d'une pince fine, et introduite dans le canal digital ; ce tendon est alors attiré en proximal et recoupé, puis autorisé à se rétracter librement. Au niveau de l'appareil extenseur, les deux bandelettes latérales terminales sont chacune recoupées quelques millimètres en amont de la tranche osseuse. En aucun cas, il ne faut suturer l'un à l'autre les éléments tendineux fléchisseurs et extenseurs au risque de créer un syndrome du Quadrige tel que décrit par Verdan [7]. Il faut, à ce stade de l'intervention, rechercher et disséquer chacun des deux pédicules collatéraux palmaires. Chaque artère est électivement ligaturée ou coagulée et chaque nerf est disséqué en s'aidant d'une discrète traction axiale. Le nerf ainsi extériorisé dans la plaie va alors être recoupé en proximal, puis autorisé à se rétracter en zone saine de manière à ce que son extrémité ne soit pas entourée d'un tissu scléreux cicatriciel. Enfin, les deux valves cutanées sont adossées l'une à l'autre. Des résections cutanées supplémentaires peuvent être nécessaires pour obtenir un « profil » harmonieux.

Amputations à travers le segment diaphysaire de P2

Chaque fois que la mutilation initiale s'est effectuée au-delà des insertions du fléchisseur superficiel, il est légitime d'opter pour la conservation du fragment diaphysaire résiduel de P2. Sous l'effet de ce fléchisseur superficiel encore intact et de la bandelette médiane de l'extenseur, inséré sur la base de P2, la mobilité obtenue autorisera ce moignon digital à participer à la plupart des prises digitopalmaires. La technique d'amputation est similaire à celle précédemment décrite en ce qui concerne le dessin des valves cutanées, la résection proximale du fléchisseur profond et le traitement des pédicules collatéraux. En revanche, lorsque l'amputation s'effectue à un niveau plus proximal, ne laissant persister aucune des insertions du tendon fléchisseur superficiel, la conservation de la 2e phalange est plus discutable. Lorsque la présence de parties molles suffisantes l'autorise, sans difficulté supplémentaire, la conservation du fragment de P2 pourra être discutée pour des préoccupations plus esthétiques que fonctionnelles. En revanche, il ne semblerait pas justifié de proposer une technique sophistiquée de couverture cutanée faisant appel à un lambeau de voisinage, pour conserver à tout prix une base de P2 dépourvue de ses insertions tendineuses et fonctionnellement peu utile (figures 12.3 à 12.5).

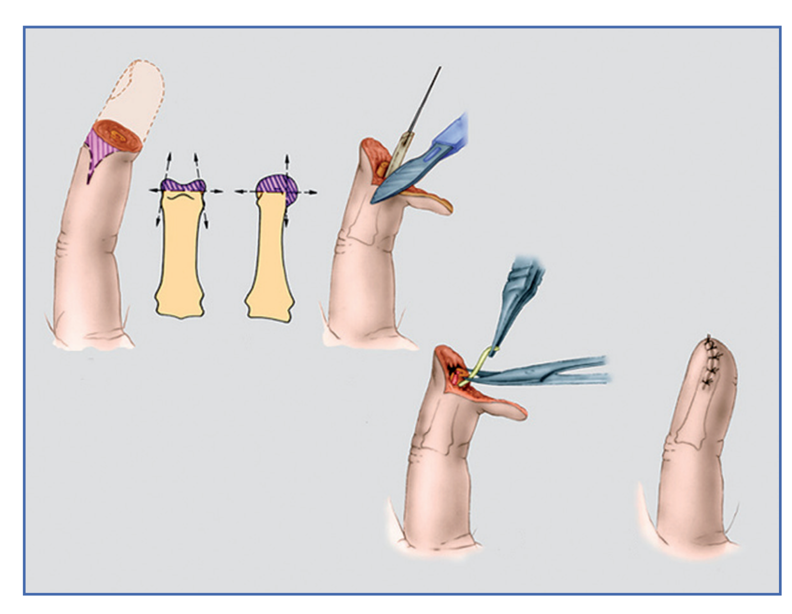


Figure 12.3

Amputation en tête de P2.
a. Dessin des valves cutanées de manière asymétrique privilégiant la valve palmaire.
b. Niveau de la recoupe osseuse.
c. Section proximale du fléchisseur profond.
d. Ligature de l'artère collatérale palmaire et résection proximale du nerf collatéral palmaire.
e. Adossement des deux valves dorsale et palmaire, la ligne de suture est dorsale.

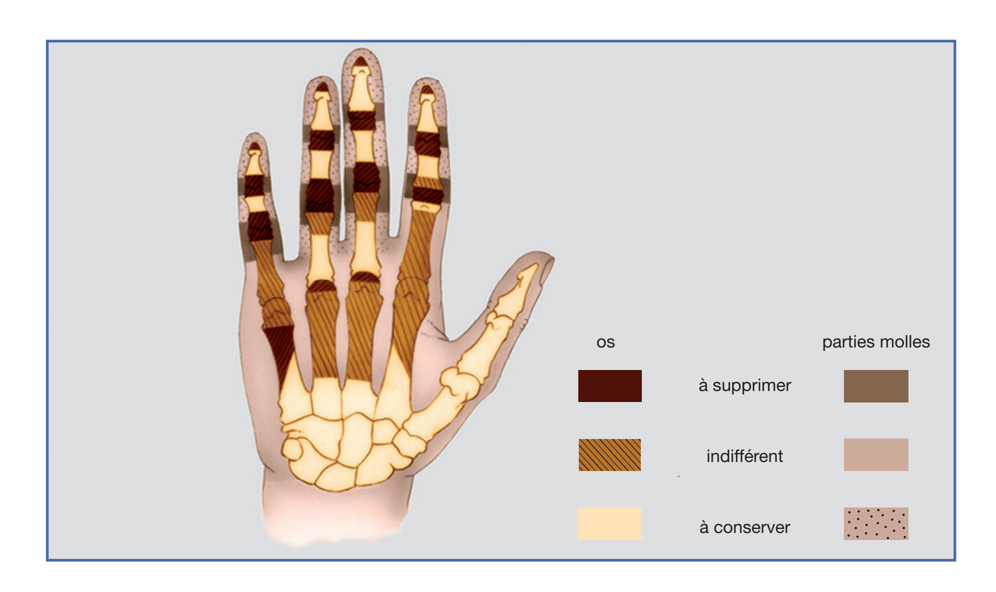


Figure 12.4

Niveau d'amputation électif pour les amputations digitales isolées (d'après Gosset et Michon [4]).

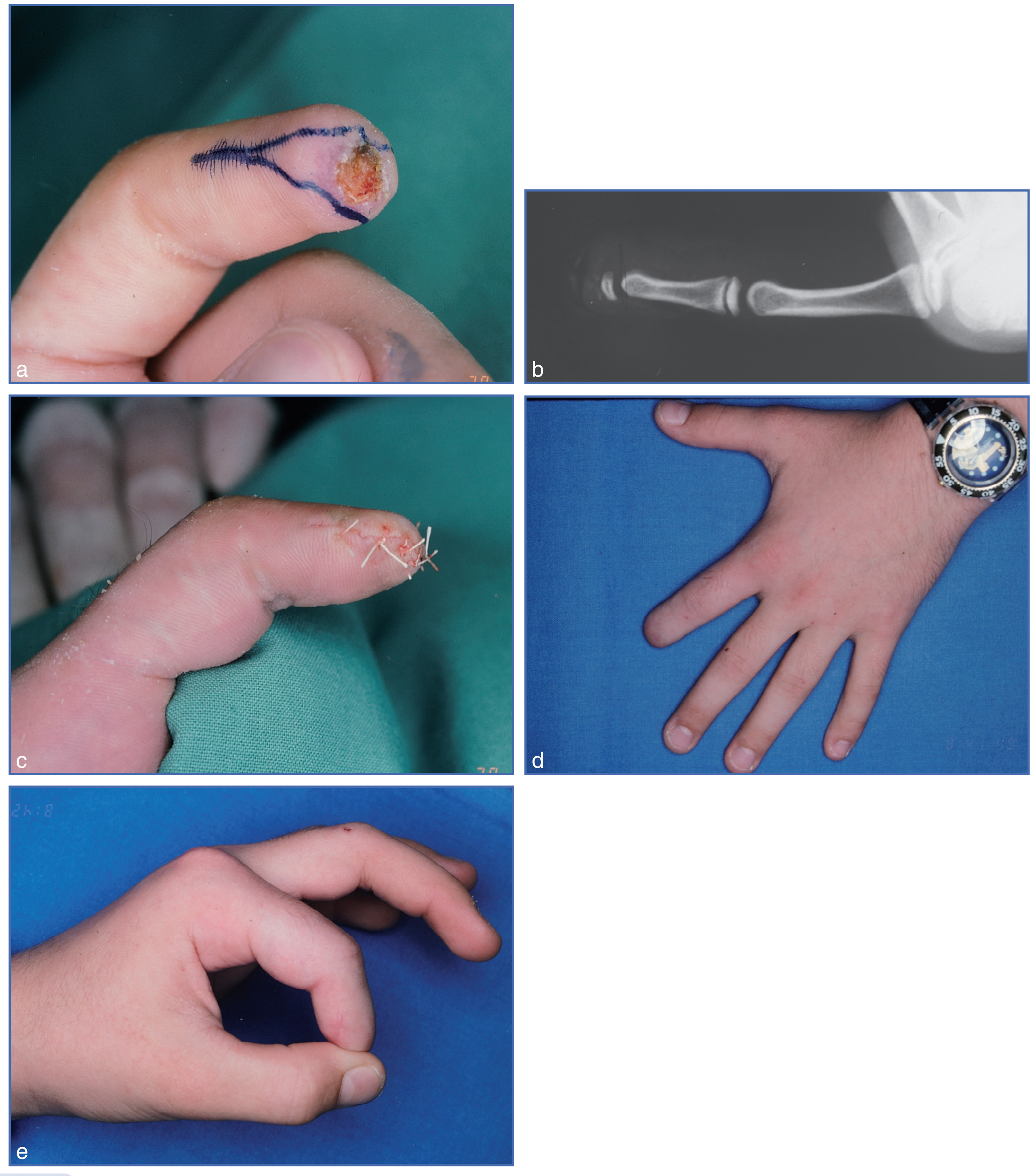


Figure 12.5

Révision d'un moignon d'amputation « définitive » de l'index.

a. Résultat d'une amputation par avulsion de la phalange distale de l'index chez un patient avant maturité squelettique.

b. Seule la base de la phalange distale a été conservée. L'amputation passe par la plaque de croissance de la phalange distale. Ce fragment osseux n'a aucun intérêt fonctionnel en l'absence de reconstruction programmée de la phalange distale par transfert microchirurgical.

c. La reprise chirurgicale a consisté en une révision du niveau d'amputation, passant cette fois à travers le col de la deuxième phalange. Au prix de ce raccourcissement, l'extrémité digitale est cette fois bien matelassée.

d, e. Résultat esthétique et fonctionnel final. Les qualités mécaniques et sensitives du moignon de l'index permettent de l'inclure aux différentes prises pollici-digitales.

Amputations à hauteur de P1

Amputations en tête de P1

L'épiphyse distale de P1 constitue également un site privilégié d'amputation. Cette première phalange résiduelle est dépourvue de toute insertion tendineuse de fléchisseur mais sera néanmoins mobile sous l'action des muscles intrinsèques et de l'extenseur commun qui dispose d'une insertion sur P1. Il est ainsi licite d'attendre, après ce type d'amputation, une restauration complète de la mobilité de la métacarpophalangienne. Si ce doigt mutilé est inexorablement exclu lors de toutes les pinces fines, il interviendra toutefois dans la réalisation de prises digitopalmaires grossières. Par sa présence, ce moignon digital conserve la largeur de la paume, ce qui est un des facteurs de la force musculaire lors des prises globales. Sur le plan technique, l'intervention se déroule selon des séquences superposables à celles décrites pour les amputations en tête de P2. Les deux tendons fléchisseurs sont réséqués en proximal.

Amputations à travers le segment diaphysaire de P1

La conservation d'une moitié proximale de première phalange est licite car un tel segment digital dispose là encore des insertions tendineuses essentiellement intrinsèques lui conférant une bonne mobilité. Comme dans le cas précédent, ce moignon digital peut participer aux prises et intervient dans la conservation de la largeur globale de la main. Toutefois, la réduction de la longueur du bras de levier diminue d'autant son efficacité.

Il n'est toutefois plus impératif de conserver une première phalange, réduite à un très court segment osseux correspondant à la métaphyse proximale de P1. À ce stade de raccourcissement, l'efficacité de la phalange ainsi conservée est nulle.

Amputations au niveau des métacarpophalangiennes

Lorsqu'une amputation s'est effectuée à travers l'interligne métacarpophalangien, nous nous bornons habituellement à abraser le cartilage articulaire de la tête du métacarpien, conservant toute la longueur de l'os. Cette technique a l'avantage de ne modifier en rien l'architecture de l'arche métacarpienne, conservant l'intégrité de la largeur de la paume de la main.

Cette règle est appliquée de manière presque intangible pour les 3e et 4e doigts. Au niveau de ces deux doigts médians, une telle amputation en tête du métacarpien se traduit par l'apparition d'un nouvel espace commissural de largeur anormale. Un tel espace est inesthétique et surtout parfois fonctionnellement gênant, entraînant la « fuite » des petits objets lors des gestes de ramassage.

Si de tels problèmes esthétiques et/ou fonctionnels apparaissaient secondairement, il serait temps alors d'envisager un geste de résection proximale du rayon ou de translocation digitale que nous nous refusons à réaliser en urgence.

Pour les doigts bordants (index et 5e doigt), la conservation systématique de la tête métacarpienne peut être proposée comme la règle générale. Cette conservation obéit au même souci d'une conservation optimale de la force musculaire. Toutefois, chez les femmes ou chez un patient sédentaire, aux préoccupations essentiellement esthétiques, il serait licite de proposer d'emblée un geste d'amputation proximale du métacarpien correspondant.

Amputations proximales des métacarpiens

La réalisation en urgence d'une amputation proximale ne peut se concevoir que pour répondre aux impératifs locaux dictés par le traumatisme.

Répétons-le, en aucun cas, il ne saurait être envisagé la réalisation en urgence d'une telle amputation proximale, lorsque le métacarpien ou, *a fortiori*, la première phalange peuvent être conservés.

Dans quelques rares cas, rencontrés en urgence, un délabrement du bord radial ou cubital de la main peut justifier la réalisation d'une amputation proximale. Au niveau de l'index, cette amputation se conformera aux règles techniques énoncées par Chase [1, 2].

Amputations du pouce

Le schéma qui a été proposé pour les doigts longs ne peut être appliqué, sans modification, au niveau du pouce. La prééminence fonctionnelle de ce doigt fait que chaque centimètre, voire chaque millimètre, compte. Ainsi, la conservation d'un court fragment de la base de P2 peut être justifiée au niveau du pouce alors qu'elle était nuisible au niveau des doigts longs. Si cette base résiduelle, au niveau de P2, est normalement munie de ses insertions tendineuses, elle fournira une « plate-forme » idéale d'accueil pour un transfert composite à partir d'orteils.

Ainsi, chez un sujet jeune, l'utilisation dans ces circonstances d'un lambeau de Morrisson modifié permettra de conserver l'atout fonctionnel de la mobilité interphalangienne.

De la même façon, lorsque l'amputation passe à proximité de la métacarpophalangienne, tout doit être tenté pour conserver une base résiduelle de P1 munie de ses insertions thénariennes. Là encore, cette articulation mobile, sous l'action des muscles intrinsèques restants, modifie considérablement le pronostic d'un éventuel transfert d'orteil.

Amputations polydigitales

Les règles précédentes, énoncées pour les doigts longs, sont susceptibles d'être modifiées en cas de mutilations polydigitales. Lorsque tous les doigts sont mutilés, la longueur de chaque moignon revêt une importance particulière. Cette longueur du moignon devient même essentielle lorsque le pouce est lui-même raccourci, conditionnant les pinces pollici-digitales qui seront réalisables.

Dans ces conditions, cet impératif du maintien de la longueur peut justifier la conservation d'un segment digital, en dépit de lésions articulaires, osseuses ou tendineuses, éventuellement associées.

On pourrait ainsi concevoir, dans ces circonstances, le maintien d'un court segment de base de P2, au prix si nécessaire, d'une arthrodèse IPP, technique qui serait à rejeter en cas de lésions unidigitales.

Enfin, en cas d'amputations polydigitales, affectant tous les doigts longs, à hauteur des premières phalanges, soulignons là encore la nécessité d'assurer le « sauvetage » d'au moins une métacarpophalangienne, en vue de la réalisation ultérieure d'un transfert d'orteil.

Amputations trans-métacarpiennes

Lorsqu'un traumatisme a mutilé la main à hauteur des métacarpiens, l'attitude en urgence doit se borner à conserver toute la longueur possible, en usant chaque fois que c'est nécessaire d'un lambeau de couverture.

Le choix de ce lambeau de couverture doit être effectué avec l'arrière-pensée du programme de reconstruction ultérieure. Il peut être ainsi judicieux de surdimensionner délibérément le lambeau, de manière à faciliter un temps ultérieur de transfert d'orteil.

Amputations « d'attente »

Les différentes règles annoncées ci-dessus, pour la réalisation de moignons digitaux, ne s'appliquent que lorsqu'un moignon doit être définitif et qu'aucun programme de reconstruction ultérieure n'est envisagé. En revanche, lorsqu'un geste microchirurgicalde reconstruction par transfert d'orteil doit faire suite à la régularisation, l'attitude à adopter vis-à-vis des moignons digitaux est différente.

En ce qui concerne les temps cutanés, il est indispensable lors du geste d'urgence de ménager au mieux le capital cutané, sans se soucier d'un excès relatif qui sera très utile secondairement.

Sur le plan osseux, il est également impératif, si une reconstruction ultérieure est programmée, de conserver toute la longueur squelettique disponible au niveau du site receveur.

Au niveau du pouce, chaque millimètre compte et la conservation de la longueur peut justifier le recours à un lambeau de couverture. Au niveau des doigts longs, la conservation d'au moins une articulation métacarpophalangienne qui deviendra le site receveur d'un éventuel transfert d'orteil peut également justifier le recours à un lambeau de couverture. La même attitude conservatrice est à adopter à l'égard des éléments pédiculaires et des tendons fléchisseurs qu'il faut se garder de recouper trop loin en proximal au risque d'imposer la réalisation de greffes nerveuses ou de pontages vasculaires lors du temps ultérieur.

Références

[1] Chase RA. Functional levels of amputation in the hand. Surg Clin North Am 1960; 40 : 415–23.
[2] Chase RA. Atlas of hand surgery. Phladelphia : WB Saunders; 1973.
[3] Duparc J, Alnot JY. Amputations unidigitales des doigts. In : Monographies du GEM : les mutilations de la main. Paris : Expansion scientifique française; 1984. p. 61.
[4] Gosset J, Michon J. Traitement des plaies fraîches de la main. Rapport à l'Académie française de chirurgie; 1965.
[5] Michon J, Merle M. La main métacarpienne. In : Monographies du GEM, les mutilations de la main. Paris : Expansion scientifique française; 1984. p. 192.
[6] Swanson AB. Levels of amputation of fingers and hands. Considerations for treatment. Surg Clin North Am 1965; 44 : 1115.
[7] Verdan C. Syndrome of the quadriga. Surg Clin North Am 1960; 40 : 425–6.

Chapitre 13

Ongle traumatique

G. Dautel

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Anatomie et physiologie

Physiologie

Si l'ongle n'a plus, dans l'espèce humaine, de rôle de défense, il n'en conserve pas moins une fonction importante. C'est le seul élément rigide stabilisant la pulpe distale des doigts au-delà de la tubérosité phalangienne. Il intervient à ce titre dans le contrôle de la déformabilité pulpaire et participe donc à autoriser les prises de précision. Certains gestes tels que le ramassage de très petits objets deviennent difficiles voire impossibles en l'absence d'ongle. En réponse à toute prise pulpaire, la tablette unguéale exerce une contre-pression susceptible d'avoir un effet « amplificateur » sur la fonction sensitive de la pulpe. En l'absence d'ongle, les capacités de discrimination aux deux points régressent [22]. Enfin le rôle esthétique de l'ongle ne peut être minimisé. Les déformations unguéales séquellaires de ces traumatismes motivent souvent, en particulier chez la femme, une demande de geste chirurgical correcteur.

Anatomie

L'ongle lui-même ou « tablette unguéale » est un conglomérat de cellules cornées disposées en strates successives. Sa surface superficielle est lisse et brillante. Sa face profonde est striée de rainures longitudinales qui contribuent à l'amarrer au lit unguéal sous-jacent. La limite distale de cette zone d'adhérence est « l'hyponychium » qui marque la transition entre l'ongle adhérent et le bord libre de l'ongle (figure 13.1).

L'hyponychium est une zone histologiquement spécialisée marquant la transition entre lit unguéal et tissu pulpaire. À ce niveau s'interrompt l'adhérence de l'ongle au lit sous-jacent. Cette zone joue le rôle d'une barrière mécanique évitant l'accumulation de corps étrangers entre ongle et lit unguéal. À ce rôle mécanique s'ajoute une fonction immunologique dont témoigne la richesse locale en polynucléaires. Là encore il s'agit d'éviter tout phénomène infectieux.

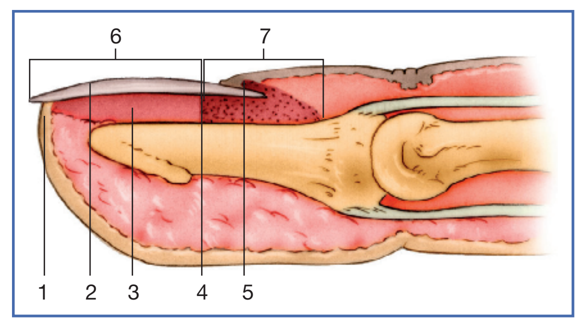


Figure 13.1

Anatomie de l'ongle et du péri-onychium.
1. hyponychium. 2. Tablette unguéale. 3. Lit unguéal. 4. Projection de la lunule unguéale marquant la limite entre matrice fertile (7) et zone stérile du lit unguéal (6). 5. Éponychium.

Le paronychium : ce terme de paronychium désigne l'ensemble des parties molles latéro-unguéales et plus précisément la jonction entre peau et ongle au niveau des sillons latéro-unguéaux. Cette zone frontière est là encore histologiquement spécialisée. Par son étanchéité elle protège les structures unguéales adjacentes d'une contamination. Lorsqu'un traumatisme même mineur met en défaut l'intégrité et l'étanchéité de cette jonction, il crée les conditions locales d'une contamination bactérienne (« périonyxis »).

L'éponychium représente le versant dorsal ou superficiel du sillon unguéal proximal, il se termine par une couche épithéliale mince et étroitement adhérente à la face superficielle de la tablette unguéale. L'éponychium joue un rôle dans la "finition" de la face superficielle de l'ongle lui conférant son aspect brillant.

Le lit de l'ongle représente la zone tissulaire sur laquelle s'appuie et à laquelle adhère la tablette unguéale. Il présente des crénelures longitudinales caractéristiques répondant exactement à celles présentes à la face profonde de la tablette unguéale. Cette étroite correspondance entre les microreliefs de la surface de l'ongle et de son lit est responsable de l'adhérence entre ces deux structures. Le lit unguéal peut être divisé en deux zones de spécificité histologique différente. La matrice unguéale dite "stérile" représente en fait cette portion du lit unguéal située entre l'hyponychium en distal et une limite proximale qui correspond à la projection, sur le lit unguéal, de la limite distale de la lunule. Cette « matrice stérile » contribue à la formation de l'ongle en ajoutant de nouvelles couches cellulaires à l'ongle déjà formé, l'épaississant. C'est également à son niveau que s'élabore ce relief particulier avec ses stries longitudinales ancrant l'ongle à son lit.

La matrice fertile constitue le segment ventral du sillon unguéal proximal puis participe à former le lit unguéal jusqu'au niveau du bord distal de la lunule unguéale. À son niveau s'effectue l'essentiel des processus de synthèse de l'ongle. Histologiquement cette zone comporte un épithélium pluristratifié. La couche profonde de cet épithélium est formée de cellules germinales dont la duplication est à la base du processus de fabrication de l'ongle.

La lunule est une zone blanchâtre arciforme située immédiatement au-delà du versant dorsal du sillon unguéal proximal.

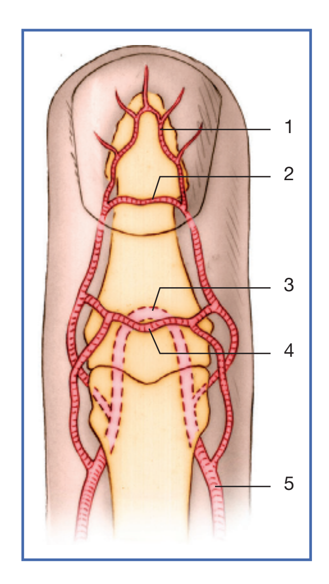


Figure 13.2

Vascularisation du complexe unguéal.
1. Arcade distale. 2. Arcade proximale. 3. Arcade pulpaire. 4. Arcade superficielle. 5. Artère collatérale palmaire.

Vascularisation (figure 13.2) : la vascularisation du complexe unguéal est sous la dépendance des branches terminales des artères collatérales palmaires. Celles-ci sont unies entre elles par des arcades anastomotiques dorsales situées au contact du plan osseux. Flint [6] distingue trois arcades anastomotiques dorsales. L'arcade distale se projette à hauteur de la lunule unguéale. L'arcade dite proximale se situe au niveau de la partie la plus proximale de l'ongle, sertie à ce niveau dans le sillon unguéal proximal. Ces deux arcades sont alimentées par une unique branche collatérale, issue de l'artère collatérale palmaire au niveau du col de la phalangette qu'elle contourne latéralement avant de se diviser en deux branches pour chacune des arcades distales et proximales. La troisième arcade dite « superficielle » se situe en regard de la base de la phalangette et reçoit quant à elle un double apport vasculaire. Le premier rameau qui l'alimente est issu de la collatérale palmaire à la hauteur de P2 et croise dorsalement l'interphalangienne distale.

Le second est issu de la collatérale palmaire au niveau de l'interphalangienne distale. Ces deux rameaux s'anastomosent pour donner naissance à l'arcade superficielle. Ces différentes arcades étant toutes réunies entre elles par des branches anastomotiques, il est clair que l'appareil unguéal n'est pas annexé à la seule phalange distale sur le plan vasculaire. En d'autres termes, une perte de substance mettant à nu la totalité de la face palmaire de la phalangette ne menace pas nécessairement la vitalité de l'ongle.

Objectifs du traitement chirurgical des lésions unguéales

Restaurer un ongle de longueur, morphologie et apparence normale ne sera possible que si certaines conditions sont remplies.

La longueur du lit unguéal doit être restaurée. Ceci impose de réparer ou de reconstruire le lit de l'ongle mais également de lui fournir un support squelettique adéquat. En l'absence de ce support, chaque fois qu'il existera un raccourcissement squelettique, celui-ci se traduira par la repousse d'un ongle incurvé. Si le raccourcissement est minime, cette incurvation sera esthétiquement et fonctionnellement tolérable. Si le raccourcissement est majeur, l'ongle en griffe qui en résultera constitue une déformation difficilement tolérable.

À côté de la longueur, la morphologie du lit unguéal revêt également une importance cruciale puisqu'elle participe à donner à l'ongle sa forme définitive. Le lit unguéal reposant directement sur le périoste de la phalangette sous-jacente, tout défaut de réduction ou tout spicule osseux anormalement saillant est susceptible de se traduire par une déformation du lit puis de l'ongle lui-même.

L'ambition du traitement chirurgical doit se mesurer aux constatations locales. Ainsi dans les amputations distales, lorsqu'une replantation n'a pas pu être réalisée, la conservation de l'ongle n'a de sens que s'il conserve un support squelettique résiduel suffisant. Après amputation proximale (zone 4) ce support n'existe plus et il est licite de proposer la stérilisation matricielle d'emblée.

L'adhérence de l'ongle est également un des objectifs majeurs de la reconstruction. Elle n'est possible qu'à condition de reconstruire le lit unguéal lui-même. Nous verrons qu'il n'y a aucun substitut à ce tissu spécialisé et que toutes les techniques faisant appel à des greffes ou lambeaux dermiques ou épidermiques sont vouées à l'échec.

Mécanisme des lésions unguéales

Les traumatismes par écrasement sont de loin les plus fréquents ; un choc dû à un outil ou la fermeture intempestive d'une portière sont le plus souvent en cause. Au minimum les conséquences locales consistent en un hématome sous-unguéal. Celui-ci peut être limité en étendue avec une zone de décollement ne concernant pas la totalité de la surface du lit unguéal. Au stade supérieur, cet hématome décolle totalement l'ongle de son lit. Lorsque l'écrasement a été

violent, il peut entraîner une fracture simple ou comminutive affectant le plus souvent la tubérosité phalangienne distale.

Cette fracture est le plus souvent stabilisée par l'ongle lui-même et ne nécessite pas d'ostéosynthèse.

Traumatismes par écrasement-flexion

Lorsque s'ajoute à l'écrasement une composante de flexion, les lésions sont souvent stéréotypées. La base de l'ongle se luxe hors de son cul-de-sac proximal, alors que l'essentiel de la surface de l'ongle reste adhérent au lit unguéal.

Lorsque le traumatisme a été suffisant, une fracture de P3 survient volontiers au niveau du col distal de P3. L'ensemble du fragment distal bascule en flexion palmaire. Ce type de lésion est particulièrement fréquent dans le cadre du classique « doigt de portière ». Chez le jeune enfant, la solution de continuité osseuse peut être plus proximale au niveau du cartilage de conjugaison de la métaphyse de P3, réalisant un décollement épiphysaire de type Salter I [17].

Plaies et attrition de l'ongle et de son lit

Les plaies simples par couteau, cutter ou autres instruments tranchants sont rares car l'ongle lui-même constitue une barrière efficace. En revanche, les machines-outils industrielles (scies circulaires, toupies, fraiseuses) franchissent aisément cette barrière et occasionnent des lésions de traitement difficile car comportant souvent une perte de substance.

L'ongle dans les amputations distales

Lorsqu'une amputation digitale passe par le lit unguéal lui-même, la meilleure solution de reconstruction consiste à replanter le fragment amputé. En restaurant la longueur normale du squelette et l'intégrité du lit unguéal on peut minimiser les séquelles unguéales (voir chapitre 15).

Matériel pour le traitement des lésions unguéales

L'usage des moyens grossissants, loupes binoculaires ou microscope est indispensable pour les gestes de réparation

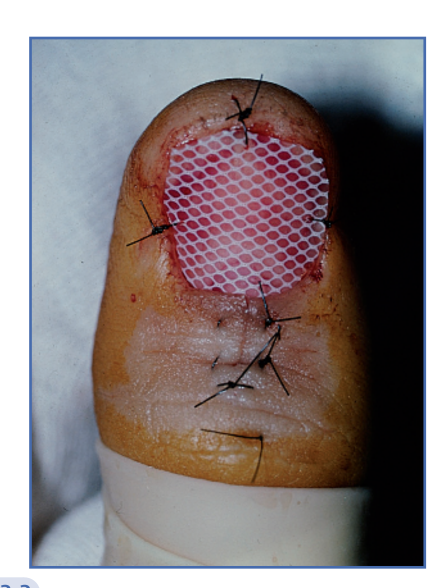


Figure 13.3

Mise en place d'une feuille de silastic comme substitut à l'ongle en l'absence d'ongle de banque.

du lit unguéal. Le matériel doit être résorbable et de petit calibre. Nous utilisons un fil tressé (Vicryl®) de calibre 6/0. L'utilisation de fils plus volumineux se traduit par de longs délais de résorption et le granulome inflammatoire persistant peut à son tour entraîner une dystrophie unguéale [16]. Lorsqu'on dispose de l'ongle avulsé lui-même, il devra être remis en place. C'est le matériau idéal pour guider la repousse de l'ongle néoformé. En son absence plusieurs types de substituts peuvent être utilisés.

Plusieurs types de matériaux synthétiques ont pu être proposés. Le plus simple, et toujours disponible, est une simple épaisseur de gaze, provenant d'une compresse stérile. Elle a l'avantage d'adhérer spontanément mais ne peut pas toujours être laissée en place pour une longue durée en raison de la survenue possible de phénomènes infectieux [18]. Une simple feuille de silastic taillée à la demande peut représenter un substitut acceptable (figure 13.3). On trouve également des ongles artificiels préformés et préperforés, présentés en emballages individuels sous conditionnement stérile [14]. Cette dernière solution, en l'absence de l'ongle lui-même, est sans doute idéale et n'a d'inconvénient que son prix…

Traitement des lésions unguéales [18, 19, 21, 22]

Plaies et lacérations simples

Les plaies isolées du lit unguéal par instruments tranchants sont en fait rarement rencontrées car l'ongle lui-même

constitue une barrière efficace. Si l'ongle reste parfaitement adhérent aux deux berges de la plaie du lit unguéal, il n'est pas nécessaire d'aller le décoller pour réparer individuellement le lit unguéal. À condition de restaurer parfaitement la continuité de la surface de l'ongle on est assuré d'obtenir un bon affrontement du lit sous-jacent. Pour une plaie minime, un Steri-Strip™ collé sur l'ongle lui-même peut suffire. En présence d'une plaie plus importante on préférera utiliser un ou plusieurs points séparés. En cas de plaie transversale, interrompant totalement la continuité du lit unguéal, la méthode d'ostéosynthèse unguéale décrite par Foucher [8] peut être utilisée, même en l'absence de fracture de la phalangette sous-jacente (figure 13.4).

Hématomes sous-unguéaux

La conduite à tenir vis-à-vis d'un hématome sous-unguéal dépend beaucoup de son importance. Quel que soit son volume, il témoigne d'une lésion du lit unguéal sous-jacent. Lorsqu'un hématome est peu volumineux, c'est-à-dire lorsqu'il ne concerne qu'une faible fraction de la surface unguéale, on peut présumer que la lésion du lit est elle-même minime. Il suffit d'évacuer cet hématome en utilisant l'artifice d'un trombone chauffé. L'extrémité portée au rouge traverse facilement l'ongle lui-même. La pression sur le trombone doit être mesurée et s'interrompre une fois l'ongle franchi. L'hématome constitue un matelas liquidien protecteur qui évite toute brûlure du lit unguéal. Lorsque l'hématome est plus important et concerne la quasi-totalité de la surface du lit unguéal, on doit redouter des lésions sous-jacentes plus importantes. Le décollement de l'ongle étant presque complet, il est facile sous anesthésie locale de le compléter pour inspecter le lit. Toutes les zones lacérées sont alors méticuleusement suturées au Vicryl® 6/0 puis l'ongle lui-même est reposé. Sa base peut être discrètement recoupée, sans excès toutefois car une longueur suffisante doit pouvoir s'engager dans le cul-de-sac proximal (figure 13.5).

Figure 13.4

Réparation d'une lacération simple du lit unguéal : suture au Vicryl® 6/0.

Il n'est pas nécessaire sinon néfaste de gratter au bistouri la face profonde de l'ongle pour en faire disparaître les crénelures caractéristiques. Ce geste risque de compromettre les chances de réadhérence de l'ongle. En revanche, si un fragment de lit unguéal est resté adhérent à l'ongle avulsé, il doit être délicatement libéré de ses dernières adhérences à l'ongle puis reposé sous forme d'une greffe libre comme nous le reverrons. Il est impératif de fixer l'ongle en place. Deux types de points séparés sont utilisés à cet effet. Des points en U sont nécessaires pour fixer la base de l'ongle à sa place dans le sillon unguéal proximal. Ces points en U transfixiant la base de l'ongle puis le versant dorsal du sillon unguéal proximal et sont noués à la peau sans aucune tension (figure 13.6). Un point supplémentaire transversal peut être utilisé pour plaquer étroitement l'ongle au lit sous-jacent.

Luxations de la base de l'ongle

Ces lésions se rencontrent lorsque le mécanisme lésionnel comporte une composante d'hyperflexion. Avant de se contenter de réintégrer la base de l'ongle dans le cul-de-sac proximal, il convient de s'assurer de l'absence de lésions du lit unguéal lui-même. Sous anesthésie locale il est facile de soulever la base de l'ongle pour inspecter le lit dans la zone de décollement. S'il existe une lésion suffisante pour justifier une réparation, il faut alors compléter le décollement, suturer le lit unguéal puis reposer l'ongle selon la technique précédemment décrite. Une radiographie est indispensable pour s'assurer de l'absence de fracture de P3 souvent présente lorsque le mécanisme lésionnel comporte une hyperflexion.

Lésions unguéales et fracture de P3

Lorsque la région du lit unguéal est soumise à une compression brutale, il peut en résulter une fracture de P3, le plus souvent localisée au tiers distal de la phalangette. Le cas le plus fréquemment rencontré en pratique est représenté par le classique « doigt de portière ». Le retentissement sur le complexe unguéal revêt deux formes distinctes, toutes

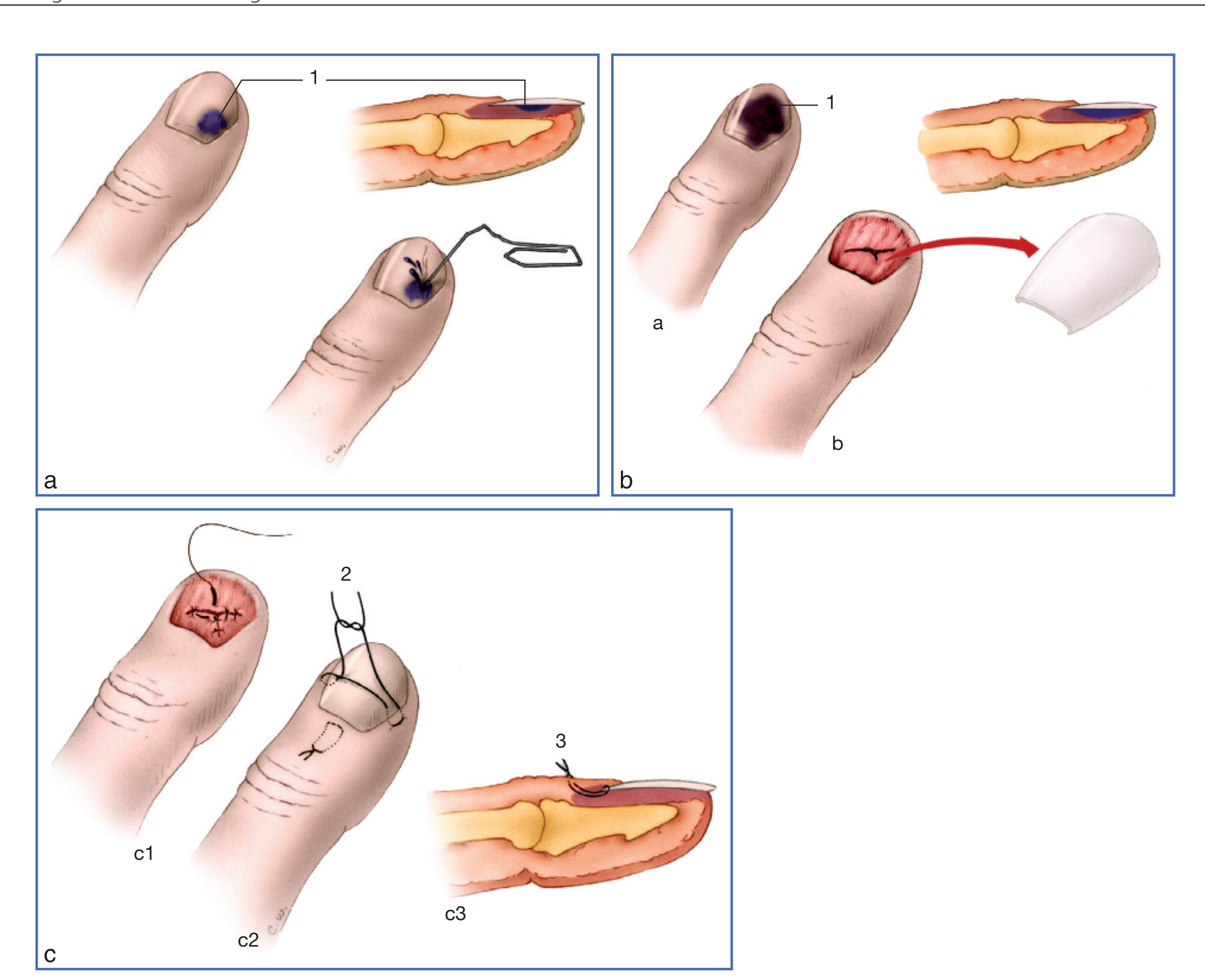


Figure 13.5

Hématomes sous-unguéaux.
a. Hématome sous-unguéal limité en étendue (1). La simple évacuation de l'hématome par un trombone chauffé suffit.
b. Hématome sous-unguéal étendu.
a. L'hématome (1) décolle totalement la tablette unguéale.
b. Ablation de l'ongle pour inspection du lit unguéal sous-jacent.
c. Réparation du lit unguéal et repose de l'ongle.
c1. Réparation par suture du lit unguéal.
c2. Repose de l'ongle pour protéger la réparation sous-jacente. Un premier point (2) passe en pont sur l'ongle et évite la constitution d'un espace mort sous ce dernier. c3) Un second point (3) fixe la base de l'ongle dans le cul-de-sac unguéal proximal.

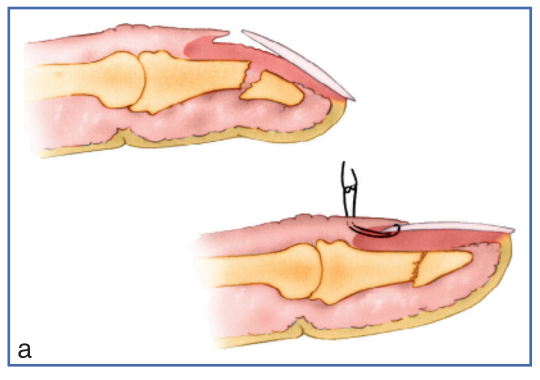
deux résultant du déplacement du foyer fracturaire (bascule palmaire du fragment distal).

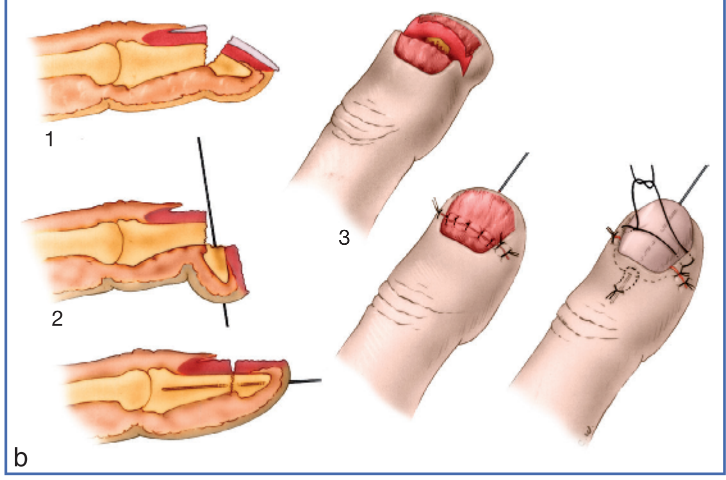
Luxation de la base de l'ongle

L'ongle lui-même est intact, de même, habituellement, que le lit unguéal. Il suffit alors de soulever la base de l'ongle pour vérifier l'absence de toute lésion du lit puis de réduire la luxation. La base de l'ongle est alors fixée en place selon la technique usuelle. Lorsque la base de l'ongle peut ainsi être réintégrée, et lorsque l'ongle lui-même est parfaitement intact, il suffit à la stabilisation de la fracture de P3. Dans ces conditions, aucune ostéosynthèse, aucune attelle supplémentaire n'est nécessaire. On n'omettra pas de perforer l'ongle dans la zone de décollement pour autoriser l'évacuation de l'hématome (figure 13.6a).

Fracture ou rupture unguéale associée à une fracture de P3

Lorsque la base de l'ongle reste en place, c'est l'ongle lui-même qui est rompu sous l'effet du traumatisme et du déplacement. Habituellement, le lit unguéal est dilacéré en regard de la convexité du foyer fracturaire. Il est alors indis-





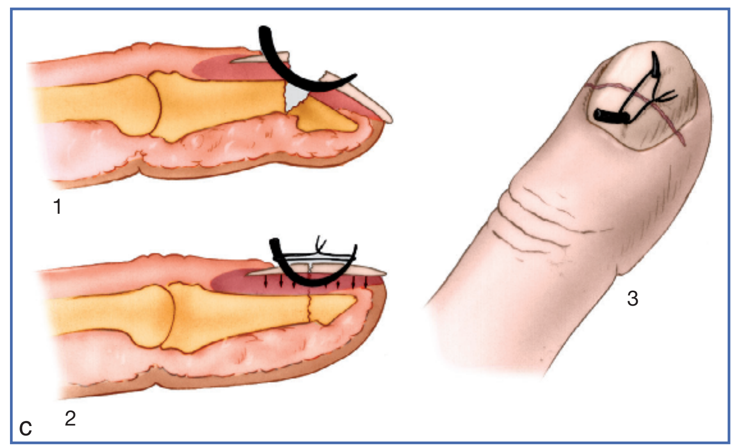


Figure 13.6

Fracture de P3 associée à une luxation de la base de l'ongle.
a. Lorsque l'ongle est intact, la réintégration de la base de l'ongle peut suffire à stabiliser le foyer de fracture.
b. Fracture de P3 associée à une rupture unguéale.
1. Le déplacement s'effectue en bascule palmaire du fragment distal.
2. Ostéosynthèse en va-et-vient.
3. Ostéosynthèse par une broche axiale, réparation du lit unguéal et repose d'un ongle de banque ou d'un ongle synthétique.
c. Ostéosynthèse de l'ongle.
1. Mise en place d'une aiguille 4/8e transfixiant tablette unguéale et lit unguéal sous-jacent.
2. Complément du montage par un cerclage au fil d'acier appuyé sur l'ongle.
3. L'effet de compression obtenu efface l'espace mort et aligne les deux moitiés de lit unguéal.

pensable de compléter le décollement pour procéder à la suture du lit unguéal. Au préalable le foyer de fracture est stabilisé par une broche de Kirschner axiale unique, de petit calibre (figure 13.6b).

Chez le jeune enfant, où ces « doigts de portière » sont fréquents, on utilisera plutôt une aiguille intradermique, introduite dans l'extrémité distale à ras du bord libre de l'ongle. L'ongle rompu est inutilisable et on le remplace par un ongle de banque, un ongle synthétique ou une feuille de silastic. Lorsqu'on utilise un ongle de banque, il est rare d'en trouver un reproduisant fidèlement dans les deux plans les courbures du lit unguéal du doigt blessé. Il est alors illusoire de compter sur le rôle d'attelle de cet ongle pour stabiliser le foyer de fracture, et on ne peut, par conséquent, se passer du temps d'ostéosynthèse. Foucher [5] a proposé une autre méthode de réparation et de stabilisation de ces lésions : une aiguille de 20 mm et de diamètre 4/8e de cercle est passée successivement à travers l'ongle et le lit unguéal du premier fragment puis à travers le lit unguéal et l'ongle du deuxième fragment. Le montage est ensuite complété par une boucle de fil d'acier, noué sur les deux extrémités de l'aiguille et prenant appui sur l'ongle (figures 13.6c et 13.7). Le serrage de la boucle est modéré, juste suffisant pour affronter parfaitement les deux moitiés de tablette unguéale. La pression qu'exerce ce dispositif sur l'ongle évite tout espace mort sous-unguéal source d'infection.

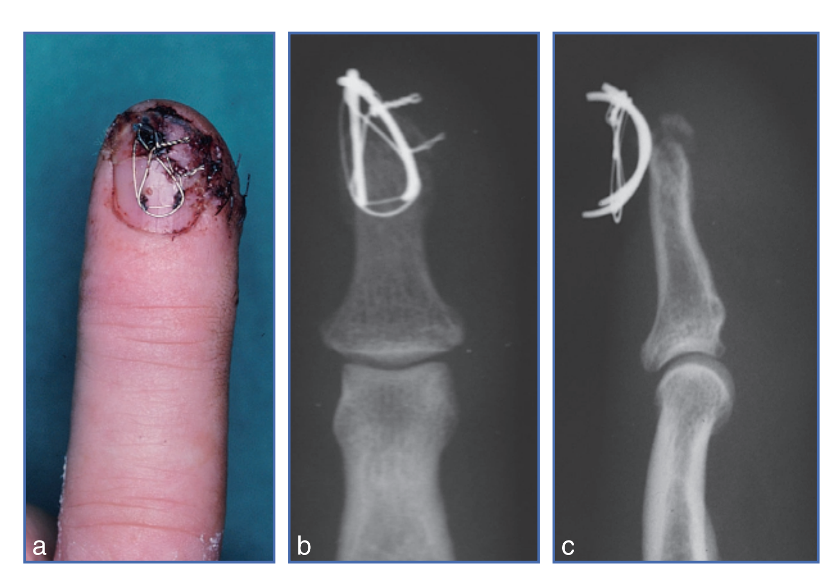


Figure 13.7
Utilisation de l'ostéosynthèse de l'ongle selon la technique de Foucher.

Aucune réparation indépendante du lit unguéal n'est réalisée. Une fois le montage effectué, l'aiguille est recoupée à 2 mm de l'ongle, à chacune de ses deux extrémités. L'ablation de l'aiguille et de la boucle de fil d'acier est possible à la troisième semaine, sans anesthésie.

Pertes de substance du lit unguéal

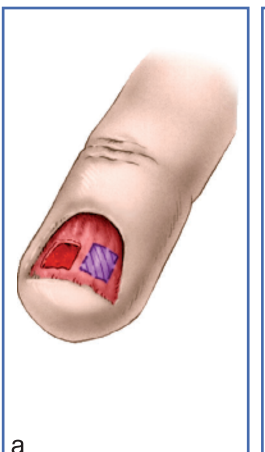
En dehors de la zone matricielle fertile

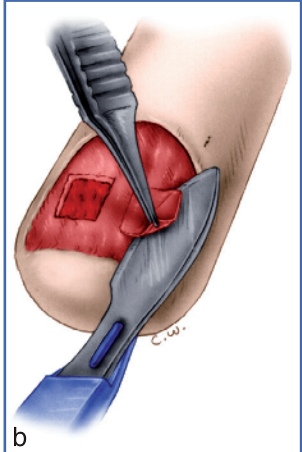
Les pertes de substance concernant la moitié distale du lit unguéal sont fréquentes, plus fréquentes que celles affectant la matrice dite « fertile » car l'extrémité distale de l'ongle est plus exposée aux traumatismes. Les traitements les plus divers ont été recommandés par le passé pour les traiter. Flatt [5] a suggéré l'usage de greffes de peau mince. Clayburgh [1] rapporte en 1983 l'usage de greffes dermiques « retournées ». La simple cicatrisation dirigée de ces pertes de substance a été évoquée de même que l'usage de xénogreffes d'origine porcine [2, 3]. Cette solution nous semble d'un usage pratique limité, tout en introduisant un risque infectieux supplémentaire inhérent au procédé. L'utilisation de greffes de muqueuse palatine a aussi été suggérée [4, 9, 10], toujours dans l'idée de trouver un tissu analogue du point de vue histologique, permettant de restaurer l'adhérence de l'ongle. Enfin, le recours à des greffes de peau totale n'est proposé qu'en cas de stérilisation « intentionnelle » de l'ongle, le contexte étant le plus souvent celui d'une chirurgie carcinologique portant sur l'ongle ou ses annexes [12]. Certains auteurs considèrent que le lit unguéal dispose d'une capacité de régénération par cicatrisation et conseillent, pour les pertes de substance limitées en étendue, de « conduire » cette cicatrisation par la pose d'un simple substitut à l'ongle lorsque ce dernier a été avulsé [15].

En fait, il est désormais acquis que le lit unguéal est un tissu histologiquement très spécialisé, et que seules les greffes apportant un fragment de lit unguéal, à l'exclusion de tout autre matériau, sont susceptibles d'obtenir de bons résultats en termes de morphologie et d'adhérence de l'ongle [18, 19, 21].

Les greffes minces de lit unguéal représentent la solution actuelle pour ces pertes de substance ; leur usage a été introduit par Shepard [13]. Le site donneur est représenté par les petites pertes de substance pour le doigt blessé lui-même. Après ablation complète de l'ongle, le lit unguéal est inspecté. La perte de substance est délimitée après un parage extrêmement parcimonieux. Si la surface du lit unguéal sain restant excède largement les dimensions du défect proprement dit, il est possible d'y prélever une greffe mince (figures 13.8 et 13.9).

Pour éviter toute morbidité inhérente au prélèvement, la technique doit être méticuleuse. Ces greffes se prélèvent au bistouri en s'aidant de loupes ou du microscope. La lame du bistouri est tenue tangentiellement. Lors du prélèvement elle doit, à tout moment, être vue par transparence à travers la greffe en cours de prélèvement. Ce critère est le seul susceptible de guider l'épaisseur du prélèvement. Ces greffes minces du lit unguéal subissent une rétraction, moindre toutefois que celle de greffe de peau. Il est donc conseillé de les surdimensionner légèrement par rapport à la taille exacte du défect. Une fois prélevée, la greffe est





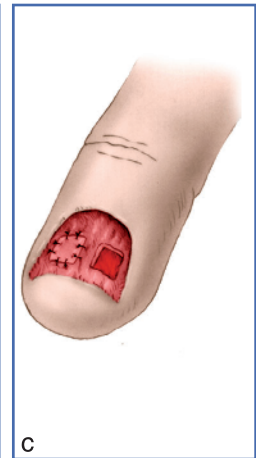


Figure 13.8

Greffe mince de lit unguéal.
a. Perte de substance concernant le lit unguéal, de surface limitée.
b. Prélèvement d'une greffe mince sur le lit unguéal sain adjacent.
c. La greffe est positionnée à points séparés sur le site receveur, le site donneur cicatrisera spontanément.

suturée à points séparés en utilisant un fil résorbable 6 ou 7/0. La réparation est ensuite couverte de l'ongle lui-même s'il est encore utilisable, d'un ongle de banque ou d'un ongle synthétique. Souvent la perte de substance expose le périoste ou la corticale dorsale de la phalangette. Il peut sembler utopique d'aller poser une greffe mince de lit unguéal directement au contact de l'os.

Certains auteurs [13] proposent d'aplanir la surface osseuse à la demande puis d'avoir recours à un premier temps de bourgeonnement spontané avant de poser la greffe mince de lit unguéal. L'expérience de plusieurs auteurs dont Zook [22] et Shepard [18, 19] confirme pourtant que ces greffes prennent, lorsqu'elles sont directement posées sur un os vascularisé. Un positionnement et une suture particulièrement précise sont néanmoins indispensables pour contribuer à la prise de ces greffes. Lorsque le lit unguéal intact restant est de surface restreinte et ne peut fournir un tel greffon, il devra être prélevé sur un orteil. Le premier orteil est le site donneur habituel compte tenu de la surface disponible de lit unguéal. Le prélèvement peut s'effectuer sous anesthésie locale, ce qui le rend possible dans le cadre de l'urgence. Plutôt que de décoller totalement l'ongle du premier orteil, nous avons l'habitude lorsque le prélèvement doit être de taille limitée de ne soulever qu'un volet unguéal limité, qui sera reposé au terme du prélèvement. Celui-ci s'effectue selon les mêmes modalités, en prenant toujours garde à la minceur de la greffe. Lorsque le prélèvement est suffisamment fin, aucune séquelle ne sera apparente sur l'orteil donneur. Soulignons enfin qu'avant d'envisager de prélever un greffon de lit unguéal sur le doigt blessé, ou sur un orteil, il faut soigneusement inspecter la face profonde de l'ongle avulsé. Parfois, de larges fragments du lit sont restés solidaires de l'ongle avulsé et pourront être reposés.

Les greffes de lit unguéal en épaisseur totale : à l'inverse des précédentes, elles entraînent systématiquement une dystrophie unguéale séquellaire lorsqu'elles sont prélevées sur un orteil. Pour le traitement des défects du lit unguéal proprement dit (en dehors de la zone matricielle fertile), ces greffes présentent peu ou pas d'avantages par rapport aux greffes minces. La morbidité du prélèvement est telle que nous les avons abandonnés au profit des greffes minces. En revanche, de tels greffons en épaisseur totale sont parfois disponibles à partir de doigts amputés non replantables.

Cette fois, la morbidité du prélèvement est nulle. Il est envisageable de tailler à l'exacte mesure un greffon composite comportant le lit unguéal et l'ongle correspondant puis de le fixer *in situ*, soit par des points séparés en épaisseur totale, soit en utilisant l'artifice de « synthèse unguéale » décrit par Foucher [8] (figures 13.10 et 13.11).

Shepard [18, 19] souligne que chaque fois que l'on utilise de tels greffons d'épaisseur totale, ils doivent être orientés de manière similaire sur le site donneur et sur le site receveur. En d'autres termes, un tel greffon prélevé selon un axe longitudinal ne doit pas être placé transversalement sur le site receveur, au risque d'entraîner une déformation de l'ongle qui repoussera.

Les lambeaux de lit unguéal (figure 13.12) : si une greffe de lit unguéal peut sans inconvénient être posée directement au contact de la corticale d'un os normalement vascularisé, il n'en est pas de même lorsque le sous-sol est avasculaire.

Shepard [18, 19] a proposé dans ces circonstances l'usage de lambeaux de lit unguéal. Il s'agit de lambeaux de

Figure 13.9

Utilisation des greffes minces de lit unguéal prélevées sur le doigt blessé lui-même.
a. Traitement d'une perte de substance mixte, palmaire et dorsale due à une morsure.
b. Un lambeau d'Atasoy a été réalisé pour reconstituer le surplomb palmaire. Une greffe de lit unguéal d'environ 5–8 mm a été placée directement au contact du périoste de la phalangette.
c, d. Résultat sur l'ongle : aucun défaut d'adhérence, discrète incurvation du bord libre de l'ongle due à la perte de longueur sur P3.

rotation à grand axe longitudinal, taillés aux dépens du lit unguéal résiduel. Il semble que la richesse vasculaire du lit de l'ongle suffise à assurer la survie de tels lambeaux. Une des rares circonstances où ces lambeaux s'avèrent utiles est représentée par les cas d'amputations distales où, en l'absence de replantation microchirurgicale, on tente de préserver la longueur du doigt en allongeant le squelette par une greffe osseuse conventionnelle. Le greffon osseux provient du fragment amputé lorsque celui-ci a été rapporté. À la face palmaire, ce greffon est couvert par un lambeau d'avancement quel qu'il soit. À la face dorsale, un lambeau de rotation de lit unguéal vient couvrir le greffon. Le site donneur du lambeau est couvert par une greffe mince de lit unguéal. Shepard rapporte six cas cliniques avec de bons résultats sur la repousse de l'ongle et une survie *ad integrum* de tous les lambeaux utilisés. Nous n'avons jamais utilisé cette technique dont l'inconvénient nous semble résider dans l'utilisation d'une greffe osseuse conventionnelle, en situation « terminale ». Dans notre expérience, ce type de greffon est voué à la résorption à long terme, quelle que soit la richesse vasculaire de l'environnement tissulaire.

Figure 13.10

Greffe en épaisseur totale de lit unguéal.
a, b. Scalp dorsal composite de l'ongle emmenant un très court fragment pulpaire et la quasi-totalité du complexe unguéal.
c. Repose du fragment en greffe composite.
d, e. Résultat définitif.

Dans la zone matricielle

Si le traitement des pertes de substance du lit unguéal est bien codifié et l'intérêt des greffes minces de lit unguéal admis, le problème posé par les pertes de substance en zone fertile n'est pas entièrement résolu. Les séries publiées sont peu nombreuses et les résultats rapportés souvent inconstants [18].

L'utilisation de greffes matricielles a été proposée (figure 13.13). À l'inverse du cas précédent, il s'agit nécessairement de greffes emmenant toute l'épaisseur de la zone matricielle au niveau du site donneur. En dehors des opportunités offertes par le principe du « doigt-banque », le seul site donneur possible est le pied et le premier orteil en particulier. Après ablation de l'ongle, deux incisions permettent de soulever un volet au niveau du toit du sillon unguéal proximal, de manière à exposer la zone matricielle. On prélève en continuité et en pleine épaisseur la zone matricielle fertile et le lit unguéal attenant. Le greffon a la largeur exacte du défect. Il est suturé à points séparés de fils résorbables 6 ou 7/0 puis un ongle de banque vient couvrir le lit unguéal reconstruit.

Pour l'orteil donneur, le prélèvement se traduit par une absence d'ongle dans la zone du prélèvement. Il est donc impératif de réaliser ce prélèvement non pas en pleine zone centrale mais au niveau du bord latéral. Une excision triangulaire menée jusqu'au plan osseux au niveau du sillon latéro unguéal permettra alors une fermeture du site donneur. Dans ces conditions, la morbidité du prélèvement sera acceptable, se limitant à un ongle plus étroit.

Figure 13.11

Application du principe du « doigt-banque » aux pertes de substance du lit unguéal.
a. PDS : ongle et lit unguéal en zone non fertile.
b. Un doigt voisin amputé non replantable est disponible comme site donneur.
c. Prélèvement d'un greffon de lit unguéal d'épaisseur totale.
d. Repose d'un couvercle unguéal « sur mesure » après suture de la greffe.
e. Résultat peropératoire.
f, g. Résultat à un an.

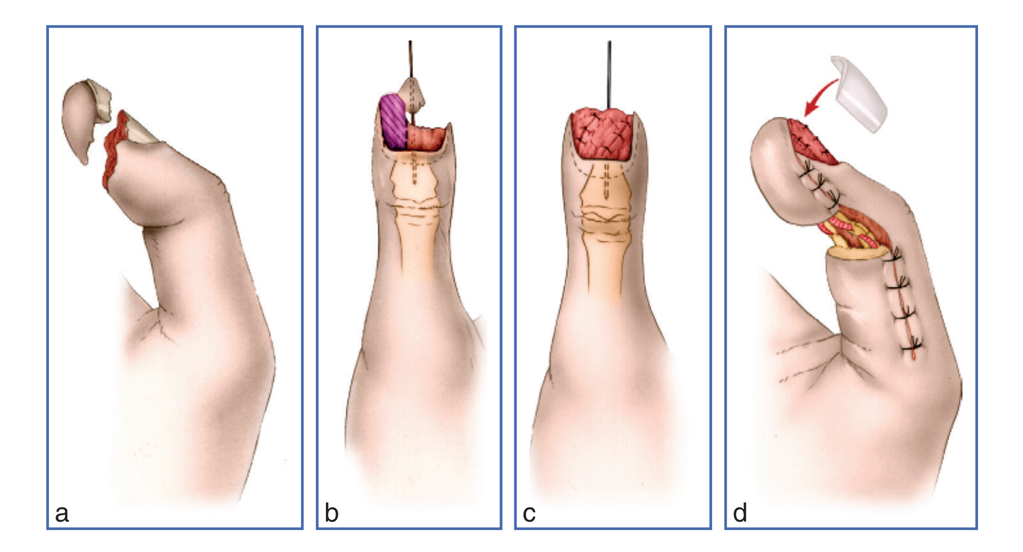


Figure 13.12

Utilisation de lambeaux de lit unguéal.
a. Amputation distale non replantable (pouce).
b. Le fragment osseux (1) récupéré dans le fragment distal restaure la longueur. Le sillon latéro-unguéal est récliné pour permettre de placer une incision latérale (2) qui va autoriser la mobilisation d'un lambeau de lit unguéal (3).
c. Après rotation du lambeau (5), couverture du site donneur par une greffe de lit unguéal prélevé sur le lit sain adjacent (4).
d. Reconstitution du surplomb pulpaire par avancement d'un lambeau en îlot bipédiculé et couverture de la réparation du lit par un ongle synthétique ou de banque.

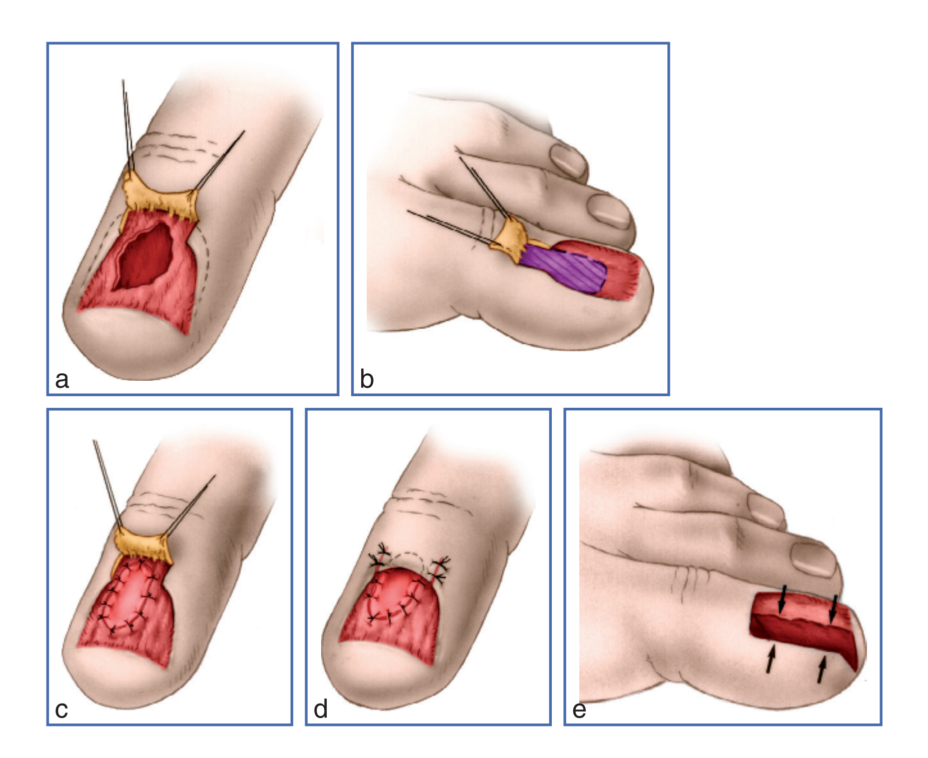


Figure 13.13

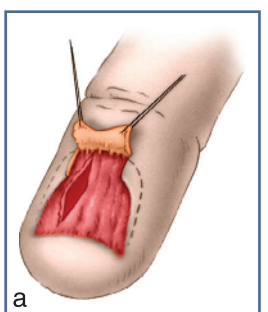
Utilisation des greffes de matrice unguéale.
a. Large perte de substance centrale (2) concernant lit unguéal et zone matricielle attenante. Un volet cutané (1) a été soulevé au niveau du sillon unguéal proximal exposant la perte de substance matricielle. La zone en projection du lit unguéal est en pointillé (3).
b. Au niveau du premier orteil après ablation de l'ongle, un volet cutané est soulevé (4), au niveau du sillon unguéal proximal. Un greffon de matrice et de lit unguéal (5) est prélevé en pleine épaisseur.
c. Le greffon est suturé à points séparés au niveau du défect en conservant son orientation.
d. Le volet cutané est reposé. La greffe sera protégée par un ongle de banque.
e. Au niveau de l'orteil, une excision en coin permet la fermeture du site donneur.

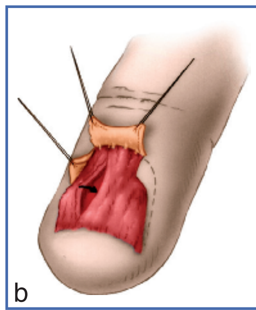
Lambeaux de glissement et de rotation : les greffes précédentes sont réservées aux larges défects en zone matricielle. Pour des pertes de substance plus étroites, le recours à des lambeaux de glissement ou de rotation a pu être proposé [18, 19]. En cas de perte de substance linéaire, concernant à la fois le lit unguéal et la zone matricielle fertile, et siégeant à proximité d'un sillon unguéal latéral, il est possible de soulever un lambeau bipédiculé comportant le segment le plus latéral du lit unguéal et de la zone matricielle. Le lambeau est totalement décollé du plan périosté et un effet de translation est possible autorisant la suture du lambeau à la moitié complète, prolongée jusqu'en zone matricielle (figure 13.14).

Lorsque les capacités de glissement d'un tel lambeau à base distale sont insuffisantes, et dans les mêmes circonstances topographiques (défect à grand axe longitudinal et de siège latéral), Shepard a proposé l'utilisation de lambeaux à base distale. La conservation d'une charnière distale unique autorise une translation-rotation du lambeau plus importante. La suture de la moitié distale du lambeau, en pleine zone matricielle doit être méticuleuse (figure 13.15).

Place des transferts unguéaux libres vascularisés [7, 11, 20]

Certains traumatismes occasionnent des scalps dorsaux étendus, détruisant totalement l'appareil unguéal. La totalité de l'ongle et du perionychium a disparu, il existe le plus souvent une perte de substance cutanée et osseuse dorsale. Dans ce type de situation aucune des solutions précédentes n'est adaptée à la reconstruction de l'ongle. La seule solution, si une reconstruction unguéale s'avère justifiée, est un transfert composite microchirurgical, prélevé sur le pied. Les indications d'une telle procédure complexe et de morbidité non négligeable sont limitées. Les pertes de substance composites du pouce dorsal chez un patient jeune peuvent représenter une telle indication. Lorsque la pulpe est intacte, le transfert apporte sur mesure le complexe





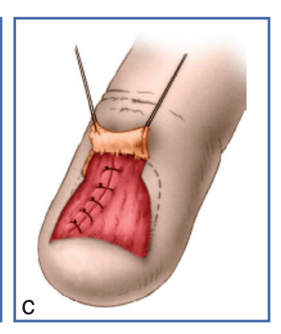
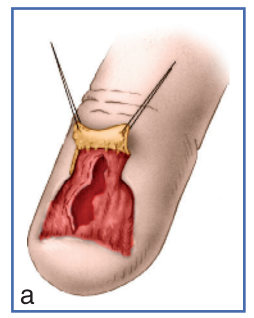
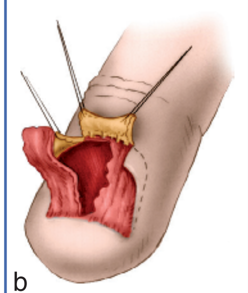


Figure 13.14

Utilisation d'un lambeau de translation bipédiculé.
a. Perte de substance linéaire longitudinale proche d'un sillon latéro-unguéal.
b. Création d'un lambeau bipédiculé de translation.
c. Translation du lambeau et suture des deux berges y compris en zone matricielle. L'ongle résiduel sera plus étroit.





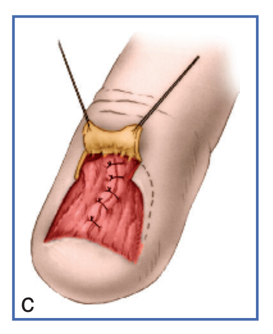


Figure 13.15

Lambeau de lit unguéal à charnière distale.
a. Perte de substance linéaire longitudinale, étendue jusqu'en zone matricielle.
b. Dissection d'un lambeau unipédiculé à base distale.
c. Le lambeau pivote sur sa charnière distale, l'ongle résiduel sera plus étroit, mais l'on évite ainsi une bifidité unguéale.

unguéal, les tissus mous et éventuellement la corticale osseuse dorsale manquante. Lorsque la pulpe est intacte, ce type de transfert reconstruit un pouce fonctionnellement et esthétiquement très satisfaisant. Les indications à de tels transferts pour les doigts longs doivent être encore plus mesurées. Le seul souci esthétique est suffisant pour justifier l'intervention. Ce simple recours à une prothèse unguéale esthétique est la plupart du temps un bien meilleur choix. Simplement collée sur un reliquat unguéal, son port est peu astreignant, et le résultat esthétique supérieur à celui obtenu par un transfert microchirurgical.

Références

[1] Clayburgh RH, Wood MB, Cooney 3rd WP. Nail bed repair and reconstruction by reverse dermal grafts. J Hand Surg [Am] 1983 ; 8 : 594–8.

[2] Ersek RA, Denton DR. Silver-impregnated porcine xenografts for treatment of meshed autografts. Ann Plast Surg 1984 ; 13 : 482–7.

[3] Ersek RA, Gadaria U, Denton DR. Nail bed avulsions treated with porcine xenografts. J Hand Surg [Am] 1985 ; 10 : 152–3.

[4] Fernandez-Mejia S, Dominguez-Cherit J, Pichardo-Velazquez P, et al. Treatment of nail bed defects with hard palate mucosal grafts. J Cutan Med Surg 2006 ; 10 : 69–72.

[5] Flatt A. Nailbed injuries. Br J Plast Surgery 1956 ; 8 : 38–43.

[6] Flint M. Some observations on the vascular supply of the nail bed and terminal segments of the finger. Br J Plast Surgery 1956 ; 8 : 186–95.

[7] Foucher G, Braun FM, Smith Jr. DJ. Custom-made free vascularized compound toe transfer for traumatic dorsal loss of the thumb. Plast Reconstr Surg 1991 ; 87 : 310–4.

[8] Foucher G, Merle M, Van Genechten F, et al. La synthèse unguéale. Ann Chir Main 1984 ; 3 : 168–9.

[9] Hatoko M, Iioka H, Tanaka A, et al. Hard-palate mucosal graft in the management of severe pincer-nail deformity. Plast Reconstr Surg 2003 ; 112 : 835–9.

[10] Hatoko M, Tanaka A, Kuwahara M, et al. Hard palate mucosal grafts for defects of the nail bed. Ann Plast Surg 2002 ; 49 : 424–8. discussion 428–9.

[11] Koshima I, Soeda S, Takase T, et al. Free vascularized nail grafts. J Hand Surg [Am] 1988 ; 13 : 29–32.

[12] Lazar A, Abimelec P, Dumontier C. Full thickness skin graft for nail unit reconstruction. J, Hand Surg [Br] 205 ; 30 : 194–8.

[13] Matsuba HM, Spear SL. Delayed primary reconstruction of subtotal nail bed loss using a split-thickness nail bed graft on decorticated bone. Plast Reconstr Surg 1988 ; 81 : 440–3.

[14] Ogunro EO. External fixation of injured nail bed with the INRO surgical nail splint. J Hand Surg [Am] 1989 ; 14 : 236–41.

[15] Ogunro O, Ogunro S. Avulsion injuries of the nail bed do not need nail bed graft. Tech Hand Up Extrem Surg 2007 ; 11 : 135–8.

[16] Roxanne J. The etiologies and mechanisms of nailbed injuries. Hand Clin 1990 ; 6 : 9–19.

[17] Salter R, Harris W. Injuries involving the epiphyseal plate. J Bone Jt Surg 1983 ; 45A : 587–622.

[18] Shepard G. Management of acute nailbed avulsions. Hand Clin 1990 ; 6 : 39–58.

[19] Shepard G. Nail grafts for reconstruction. Hand Clin 1990 ; 6 : 79–102.

[20] Shibata M, Seki T, Yoshizu T, et al. Microsurgical toenail transfer to the hand. Plast Reconstr Surg 1991 ; 88 : 102–9. discussion 110.

[21] Van Beek A. Management of acute fingernail injuries. Hand Clin 1990 ; 6 : 23–36.

[22] Zook EG. Anatomy and physiology of the perionychium. Hand Clin 1990 ; 6 : 1–7.

Chapitre 14

Plaies des nerfs

M. Merle, L. Vaienti
Avec la collaboration de Th. Jager, A. Durand, B. Lallemand

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Les plaies franches des nerfs doivent être considérées comme de véritables urgences chirurgicales, c'est-à-dire être opérées dans les heures qui suivent l'accident. D'une part, c'est en urgence que le chirurgien réunit les meilleures conditions pour assurer les correspondances entre les groupes fasciculaires, d'autre part, les associations lésionnelles étant fréquentes, revasculariser le nerf et son environnement tissulaire diminue la sclérose cicatricielle épi et périneurale et donc préserve le glissement des nerfs lors de leur passage juxta-articulaire.

Cette démarche thérapeutique a été souvent controversée ces dernières décennies car les études statistiques élaborées à partir de séries peu homogènes, et n'utilisant pas les mêmes critères d'évaluation, n'étaient pas démonstratives. D'autre part, les travaux de Millesi [62, 63] sur les greffes nerveuses fasciculaires utilisées dans le traitement des pertes de substance présentaient sa méthode comme la solution quasi universelle des traitements secondaires des plaies nerveuses. Il a fallu attendre les études statistiques à partir des séries de Merle et Amend [55] puis d'Allieu et Desbonnet [34] pour démontrer que la suture primaire était de loin le meilleur traitement des plaies franches. Une étude menée en 1993 [32] dans notre service à partir de 1 794 plaies nerveuses opérées a montré que 87,4 % d'entre elles relevaient de la réparation primaire.

Cette notion de réparation primaire avait été prônée par Bunnell [18] dès 1956. Il rapportait alors une expérience à partir de mille réparations et concluait son étude ainsi : « Il convient de suturer le nerf le plus tôt possible dans un environnement tissulaire propre. Cet environnement tissulaire est obtenu par parage immédiat. C'est dans ces conditions que peut être obtenu le plus rapide et le meilleur degré de régénération nerveuse. »

Malgré l'apport de cette importante expérience, le dogme de la réparation secondaire sera peu transgressé pendant une longue période et ceci en dépit de l'apparition des techniques microchirurgicales développées par Smith [73], Kurze [44], Michon [59] en 1964, Millesi en 1967 [61]. Les travaux expérimentaux de Grabb [37] (1968), Kline [42] (1974), Van Beek [83] (1975) et De Medinaceli [30] (1983) et les expériences cliniques de Holst [38] (1975), Merle [54, 55] (1979-1984), Allieu [34] (1984), convaincront enfin de la supériorité de la réparation primaire.

Il faut admettre que, malgré cette attitude thérapeutique, il subsiste un taux incompressible d'échec de la réparation primaire. La multitude de travaux expérimentaux permet de mieux connaître les exigences anatomiques et biologiques qui favorisent la régénération nerveuse. Mais, par exemple, les mécanismes intimes de l'apoptose restent encore à découvrir. D'autre part, il faut être prudent à propos de l'application chez l'homme des résultats expérimentaux obtenus chez le rat dont les qualités de régénération nerveuse ne sont pas transposables.

Le futur de la réparation nerveuse fera appel au génie génétique afin d'empêcher ou de limiter l'apoptose, de stimuler la régénération axonale, de préserver la plaque motrice et d'éviter l'atrophie musculaire. En attendant, il faut continuer à améliorer la réparation nerveuse en soignant l'environnement tissulaire pour limiter la sclérose péri-nerveuse et favoriser le glissement des troncs nerveux au prix de la confection de lambeaux cellulograisseux ou la mise en place de manchons veineux. Se pose également le problème du traitement en urgence de la réparation des pertes de substance nerveuse. Le résultat à long terme des traitements des petites pertes de substances des nerfs sensitifs par neurotube est loin d'être convaincant.

L'apparition des allogreffes prétraitées et qui ne nécessitent aucun traitement immunosuppresseur a besoin d'être évaluée sur le long terme, en sachant que l'autogreffe fasciculaire reste le premier choix pour traiter ces pertes de substance. Une fois cette réparation chirurgicale effectuée, il est essentiel de faire bénéficier les opérés de protocoles de rééducation rigoureux et tout particulièrement pour ce qui est de la sensibilité, sans oublier la confection d'orthèses pour éviter les déformations du poignet et des chaînes digitales.

Arguments en faveur de la réparation primaire

Les arguments anatomiques, expérimentaux, électromyographiques et cliniques se sont accumulés et démontrent sans ambiguïté la supériorité de la réparation primaire des plaies franches des nerfs.

Arguments anatomiques

C'est en urgence que le chirurgien, en se fondant sur l'organisation fasciculaire et la vascularisation épineurale, réalisera la meilleure approximation. C'est le seul moment où il obtient une image en miroir des deux extrémités nerveuses.

Arguments expérimentaux

Différentes études électromyographiques réalisées sur le singe (Grabb [37], Kline [42]), et le rat (Van Beek [83]) ont mis en évidence la supériorité de la réparation primaire. Becker [8] sur le nerf sciatique du lapin et du rat a également observé que la suture primaire était meilleure qu'une réparation au 2e ou 7e jour.

Ces travaux s'opposent à ceux de Ducker [35] (1969-1977) qui démontrent que l'activité métabolique des neurones est à son apogée trois semaines après la lésion axonale et que c'est donc le meilleur moment pour assurer la réparation nerveuse. Cette argumentation biologique ne peut être prise en compte car au moment de cette réparation tardive, il convient de recouper les extrémités nerveuses, ce qui provoque à nouveau une dégénérescence rétrograde [29] (1983).

De Medinaceli [31, 32, 33] a bien montré que tout se joue lors de la réparation initiale et que les tentatives de réparations secondaires parfois multiples ne procurent que des résultats inférieurs voire nuls.

Arguments cliniques et électromyographiques

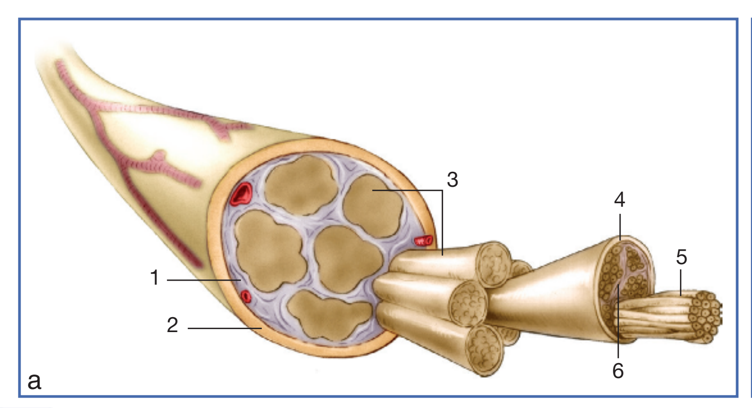
Notre expérience clinique évaluée depuis 1976 [54, 55] et selon les mêmes critères a prouvé les bénéfices fonctionnels obtenus lors de la réparation primaire microchirurgicale des plaies des nerfs médian et cubital. Elle a, entre autres, objectivé l'importance de la réparation systématique des axes vasculaires principaux. Les études électromyographiques ont également confirmé la qualité de la régénération nerveuse aussi bien au niveau musculaire qu'au niveau sensitif. Ces résultats ont été amplifiés par l'utilisation de la méthode de De Medinaceli évaluée par Amara [3] et Chardel; ils ont démontré que les mauvais résultats ont été réduits de manière significative au profit des bons, très bons et excellents résultats fonctionnels.

Anatomie chirurgicale et physiologie

Les nerfs périphériques ont une structure et une ultrastructure désormais bien connues. En revanche, la vision dite « microchirurgicale » est encore très éloignée de ce que le chirurgien souhaiterait pour pouvoir intervenir directement sur l'axone. La microchirurgie nerveuse a seulement permis de passer de l'approximation épineurale à l'approximation fasciculaire. Une meilleure connaissance de la structure nerveuse, de sa vascularisation et de ses capacités de régénération a conduit à revoir les moyens techniques à utiliser pour assurer un meilleur affrontement des extrémités du nerf lésé.

Le nerf a une enveloppe conjonctive péri-fasciculaire appelée épinèvre (figure 14.1). Cette structure abondante porte les vaisseaux et sa lésion par contusions et hématome crée une sclérose dommageable mécaniquement à la régénération nerveuse. Cette structure est résistante et permet un ancrage solide des fils de suture. La reconstitution de son étanchéité et de celle du périnèvre protège la plaie d'une colonisation fibroblastique extrinsèque.

L'unité nerveuse accessible à la réparation microchirurgicale est le « groupe fasciculaire ». Sous microscope opératoire, il est relativement aisé de reconnaître dans un nerf médian cinq à six groupes fasciculaires mais une étude histologique à plus fort grossissement permettrait d'individualiser vingt à vingt-cinq fascicules. Chaque fascicule est délimité par une enveloppe périneurale qui est une véritable barrière entre le milieu intrafasciculaire qui est l'expansion de l'espace sous-arachnoïdien et le milieu extrafasciculaire qui est constitué par le conjonctif épineural.



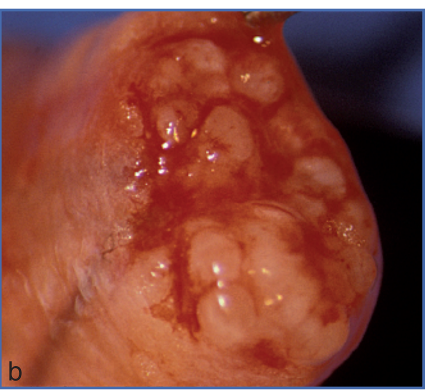


Figure 14.1

Structure du nerf.

a. 1, 2. Épinèvre. 3. Groupe fasciculaire. 4. Périnèvre. 5. Fibres nerveuses composées de fibres myéliniques et amyéliniques. 6. Endonèvre.
b. Vue sous microscope de l'organisation fasciculaire d'un nerf cubital au poignet. Le groupe de fascicules à 6 heures est le contingent à destinée musculaire.

À l'intérieur du périnèvre, se trouvent les fibres nerveuses myéliniques et amyéliniques au sein d'une matrice conjonctive dénommée endonèvre. La pression à l'intérieur du tube périneural est à l'origine, en cas de lésion, d'une extravasation de la substance neurale dite en « corne d'escargot » ou en « tampon de wagon » qui s'aggrave en cas une manipulation intempestive des groupes fasciculaires.

D'autre part, l'abondance du tissu conjonctif est également une donnée anatomique qui doit être prise en compte pour réaliser un bon affrontement de la substance neurale. Ainsi, le nerf médian comporte 63 % de tissu conjonctif pour 37 % de tissu neural. Le cubital est encore plus riche en conjonctif : 83 % pour 14 % de tissu neural.

Les tentatives d'intra-neurodissection sont en fait dommageables à la vascularisation du nerf et les désordres fasciculaires qu'elles entraînent rendent leur concordance hasardeuse et accroissent la prolifération fibroblastique (Lundborg [48]). Il est donc préférable de préserver le tissu conjonctif pour assurer une bonne prise des fils de suture et restaurer l'étanchéité de l'épinèvre pour lutter contre l'envahissement fibroblastique.

L'agencement des fascicules au sein du tronc nerveux est complexe et soumis à d'importantes variations individuelles. Sunderland [74] (1945), Bonnel [11, 12] (1977-1985), Jabaley [40] (1981) ont montré que les fascicules se divisent ou convergent pour créer un véritable réseau plexiforme de telle manière que tous les 10 mm, il n'est plus possible de trouver une correspondance entre deux extrémités nerveuses. On comprend qu'une réparation nerveuse négligée en urgence et qui imposera secondairement la résection d'un névrome va altérer considérablement les chances d'une bonne concordance fasciculaire.

Cette organisation plexiforme domine à l'origine du nerf et fait place ensuite à des groupes fasciculaires qui vont s'individualiser pour donner des branches collatérales à destinée sensitive et musculaire. Ainsi pour le nerf cubital au poignet, il est relativement aisé par microdissection d'individualiser les groupes fasciculaires à destinée sensitive des groupes destinés aux muscles intrinsèques.

Si une certaine imperfection dans l'orientation peut être tolérée lorsque les lésions sont proximales, en revanche, la moindre erreur d'approximation d'une plaie distale grèvera de manière notable le résultat fonctionnel en créant des erreurs d'aiguillage aussi bien dans le territoire sensitif que dans le territoire musculaire.

L'excursion d'un nerf doit être prise en compte lorsque la lésion siège en regard ou au voisinage d'une articulation. Wilgis et Murphy [87] ont montré que la course du nerf médian au poignet allant de la flexion totale à l'extension totale est de 15,5 mm.

Si la réparation nerveuse est piégée par un environnement cicatriciel abondant, la mobilité du nerf devient nulle. Une rééducation intempestive, même débutée prudemment à la 3^e ou 4^e semaine post-opératoire, va créer des tensions importantes sur le nerf induisant des phénomènes d'ischémie et de sclérose nuisibles à la régénération nerveuse. Il est donc important en urgence, quelle que soit la nature de la lésion, de réaliser sous microscope au moins un affrontement des extrémités nerveuses pour éviter leur rétraction et de restaurer l'environnement tissulaire pour minimiser les réactions cicatricielles autour du nerf.

La réalisation d'un manchonnage veineux autour de la réparation nerveuse ou d'un lambeau cellulograisseux d'enrobement limite la sclérose périneurale, favorise le glissement et facilite la progression axonale tout en limitant le risque de séquelles douloureuses.

Facteurs grevant les résultats d'une réparation nerveuse

Malgré l'apport des techniques microchirurgicales de suture, nous avons démontré que la réparation primaire des nerfs était certes supérieure à une réparation secondaire mais que chez l'adulte, elle ne laissait espérer au mieux que 46,4 % de résultats utiles [55]. C'est la technique de De Medinaceli qui a transformé nos résultats en en obtenant 80 % d'utiles pour le nerf cubital [3].

De nombreuses raisons peuvent expliquer la déception du chirurgien à la vue de ces résultats.

Au niveau de la plaie nerveuse s'installe un tissu cicatriciel voire une réaction à corps étranger lorsque la plaie est contaminée. Si la réparation a été approximative et traumatisante, la vascularisation intraneurale est altérée. De plus, une lésion du périnèvre laisse échapper de manière anarchique la repousse axonale. L'ensemble de ces facteurs va handicaper lourdement le résultat.

Il convient de prendre également en compte les phénomènes de dégénérescence de l'extrémité distale qui créeront une anarchie quant au diamètre des fibres régénérées et des anomalies de reconnexion des neurones avec la plaque motrice. Malgré les facteurs de croissance nerveuse et le tropisme, la récupération fonctionnelle ne peut être garantie. De même, au niveau de l'extrémité proximale du nerf lésé se produit une dégénérescence rétrograde.

Ces arguments classiques ne suffisent pas à eux seuls à expliquer la médiocrité des résultats des réparations primaires des plaies franches des nerfs. Un facteur majeur doit être pris en compte c'est celui de la repousse nerveuse au hasard.

De Medinaceli [31], à partir d'un travail expérimental de longue haleine, fait les constatations suivantes :

- le rôle de guide à la repousse est dévolu de manière fondamentale à la lame basale qui entoure chacun des neurites ;
- chaque fois que la lame basale est interrompue, la repousse se fait alors au hasard ;
- le devenir fonctionnel de chacun des axones n'est prévisible que statistiquement ;
- ce qui compte dans le résultat, ce n'est pas l'abondance de la régénération nerveuse mais la précision de son cheminement ;
- c'est l'imperfection de l'affrontement des extrémités neurales qui est à l'origine des erreurs d'aiguillage ;
- les études histologiques montrent que les extrémités des nerfs sont très irrégulières, les groupes fasciculaires volumineux et que leur correspondance avec leur vis-à-vis n'est pas assurée ; le plus souvent, le sang, des débris de cellules et de tissu conjonctif épineural viennent s'interposer créant un espace de 100 à 300 microns entre ces extrémités nerveuses ;
- le microscope opératoire est inopérant pour détecter ces désordres qui sont cellulaires et la satisfaction de réaliser une approximation périneurale de qualité ne signifie pas que les axones soient bien orientés, de plus, la manipulation du nerf et l'introduction de matériel de suture ne font qu'augmenter les désordres cellulaires ;
- d'autre part, la lésion traumatique du nerf induit aussi une altération chimique. toute interruption de la continuité axonale s'accompagne d'une fuite de potassium et de protéines et une entrée massive de sodium et de calcium. La cellule ne peut résister à ce désordre chimique et les extrémités nerveuses vont subir une véritable brûlure chimique sur un ou deux nœuds de Ranvier. Ainsi la régénération axonale ne démarre plus à l'extrémité nerveuse mais un ou deux nœuds de Ranvier en amont, si bien que la migration axonale se fera à travers un *no man's land* sans le support de la membrane basale, ce qui explique sa dispersion anarchique.

Bilan lésionnel

La main est innervée par trois nerfs mixtes : le *médian*, le *radial* et le *cubital*. Les lésions proximales au niveau du bras, du coude et du tiers supérieur de l'avant-bras créent des déficits sensitifs et moteurs. En revanche, plus la lésion est distale, plus le déficit est identifiable, en particulier sur le plan sensitif, grâce au test de discrimination aux deux points (DDP) ou mieux encore au test de Weinstein à l'aide de filaments. Ce dernier est particulièrement précis lorsqu'il s'agit de diagnostiquer des lésions partielles. Plus délicat est le *testing* moteur en cas de traumatismes pluritissulaires majeurs, douloureux et imprécis.

Les lésions musculotendineuses et vasculaires étant fréquemment associées aux lésions nerveuses, on ne peut se contenter d'une exploration succincte de la plaie. Il est indispensable de connaître l'heure, le mécanisme de l'accident, l'agent vulnérant et son degré de contamination. Une plaie punctiforme au niveau d'un poignet, d'une paume de main ou d'un doigt peut dissimuler des dommages tissulaires importants.

Si la plaie franche, peu contaminée, et sans lésion associée représente le cas idéal en revanche, plus délicate est l'évaluation de l'étendue des lésions lorsqu'il y a contusion, avulsion, lésions associées avec dévascularisation et œdème.

Malgré la nature du traumatisme qui peut renvoyer à une réparation secondaire de la lésion nerveuse, il est nécessaire de considérer cette lésion comme une véritable urgence afin d'assurer la revascularisation des tissus et réaliser un parage qui mettra le blessé à l'abri d'une nécrose et d'une infection.

Dans le cadre d'une urgence stricte, il n'y a pas de place pour des examens électromyographiques car le nerf demeure électrostimulable tant que la dégénérescence wallérienne n'est pas arrivée à son terme, c'est-à-dire vers la 3^{e} semaine après la lésion.

Plateau technique

La microchirurgie nerveuse est une technique exigeante qui nécessite un apprentissage au laboratoire et l'utilisation d'un matériel spécifique (voir chapitre 3). Réparer correctement un nerf par microsuture est pour notre part plus difficile que la réparation d'un vaisseau d'un millimètre de diamètre. La consistance gélatineuse du nerf et la pression intrafasciculaire qui extériorise la substance neurale rendent son affrontement difficile.

L'utilisation d'un microscope binoculaire offrant un agrandissement entre neuf et vingt-cinq fois est préférable pour obtenir une réparation de qualité. Les lunettes binoculaires de grossissement 6 peuvent suffire à un microchirurgien entraîné [10].

Les aiguilles de 50 à 70 microns de diamètre serties sur des fils monofilaments de 9 ou 10/0 sont les plus couramment utilisées pour transfixier le périnèvre qui est difficile à individualiser optiquement mais que l'on perçoit bien par sa résistance élastique lors du passage de l'aiguille.

L'instrumentation microchirurgicale a été adaptée à la chirurgie des nerfs (Biover®). Les instruments sont à corps rond pour faciliter leur manipulation et procurer une

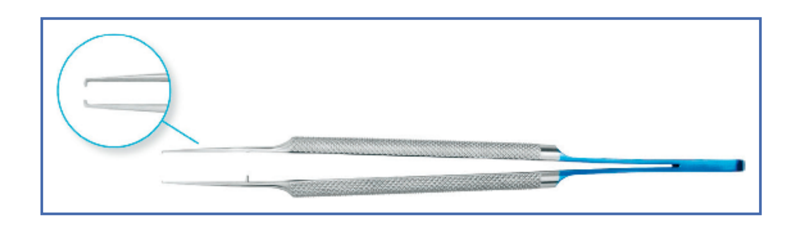


Figure 14.2

Pince microchirurgical en titane Biover® équipée de microgriffes. Elle facilite la préhension du nerf au niveau de l'épinèvre.

grande précision et un réel confort au chirurgien. Pour la saisie de l'épinèvre, nous utilisons des pinces en titane équipées de microgriffes (figure 14.2). Les ciseaux de Biover® sont allongés, ce qui permet la coupe fasciculaire en une seule fois. Mais nous évitons de couper les nerfs aux ciseaux cruentés de Millesi qui provoquent un écrasement du fascicule sur quelques dixièmes de millimètres créant une véritable chambre de nécrose.

De Medinaceli [31] a montré expérimentalement avec l'apport du microscope électronique de balayage que la technique de recoupe du nerf était une des plus importantes étapes pour améliorer la coaptation des extrémités nerveuses. Si la technique de recoupe par congélation contrôlée est indiscutablement la plus performante, nous ne pouvons, à ce jour, l'appliquer en salle d'opération pour des problèmes de miniaturisation de l'appareillage. Le meilleur compromis actuel est celui obtenu par les clamps «guillotine» de Meyer [58] (figure 14.20).

À ce jour, nous ne considérons pas les colles biologiques comme utilisables dans le cadre de la réparation primaire conventionnelle d'une plaie nerveuse car les forces de rétraction exercées sur la réparation sont supérieures à l'adhésivité des colles. En revanche, elles sont systématiquement utilisées lors de la réalisation de greffes fasciculaires.

Techniques chirurgicales

Suture

Le choix des techniques de suture a été l'objet de nombreuses et vives controverses. Ainsi, la suture épineurale a été longtemps la seule technique recommandée par la plupart des chirurgiens pour réparer les plaies nerveuses, à l'exception de Langley et Hashimoto [45] qui proposaient dès 1917 la réparation fasciculaire. Cette dernière fut largement popularisée par Tupper [82] lors de l'avènement de la microchirurgie.

Mais l'enthousiasme microchirurgical fut tempéré par les travaux expérimentaux de Bora [13, 14] et Cabaud [20] en 1976 qui démontrèrent qu'il n'y avait pas de différence entre les réparations par suture épineurale et périneurale et que l'accumulation des fils de suture au niveau du périnèvre provoquait une réaction à corps étranger créant un obstacle supplémentaire à la régénération nerveuse.

Les techniques microchirurgicales ont donné le sentiment aux chirurgiens qu'ils pouvaient impunément disséquer un nerf par dissociation interfasciculaire pour mieux affronter et suturer les groupes fasciculaires. Lundborg [48] a montré que cette dissection intraneurale était agressive car elle dévascularisait le nerf et créait une sclérose intense.

De même, la microchirurgie offre la possibilité d'isoler les groupes fasciculaires de l'environnement conjonctif qui est abondant. C'est pour faciliter la réparation nerveuse que Millesi a proposé de réséquer l'épinèvre sur quelques millimètres. Pour notre part, nous ne partageons pas cette approche technique et nous préservons l'épinèvre qui est la structure porte-vaisseau du nerf et nous assurons sa fermeture de façon étanche afin d'éviter la colonisation fibroblastique extrinsèque.

En réalité, la technique microchirurgicale a surtout contribué à faire respecter le nerf et son environnement et à minimiser le traumatisme chirurgical. C'est dans ce contexte qu'il convient de se garder d'être doctrinaires et d'opposer sans nuance suture épineurale et périneurale. En fait, ces techniques sont souvent complémentaires et en fonction du traumatisme, il est nécessaire d'associer différents gestes pour améliorer la coaptation des groupes fasciculaires sans créer de désordres intra-neuraux majeurs.

Les différentes techniques de suture

Suture épineurale

Le point de suture épineural prend appui sur une structure conjonctive porte-vaisseau résistante.

Afin de détendre la zone de suture, nous débutons par un point postérieur épineural réalisé avec du Prolène ou de l'Ethilon® 7/0. Ce point offre ensuite un grand confort pour réaliser des sutures interfasciculaires voire périneurales.

Plus logique est la suture axiale épineurale décrite par Laugier et reprise par Tsuge [81] car elle s'ancre à distance de la zone de suture et déforme moins l'organisation interne du nerf comme le montre la théorie de Saint-Venant [71].

Cette suture réalisée avec une boucle résorbable de PDS 6/0 s'ancre dans l'épinèvre et protège la zone de réparation nerveuse de toute tension. Au terme de la réparation nerveuse, il est préférable d'assurer l'étanchéité épineurale avec des fils Ethilon® de 9 ou 10/0 qui seront, soit des points épineuraux stricts, soit des points épipérineuraux (figure 14.3).

Suture interfasciculaire

La suture interfasciculaire est le point le plus atraumatique. Proposé par Michon [60], il a le mérite de cheminer dans le conjonctif épineural, de servir de véritable fil guide et d'assurer ainsi l'orientation globale des groupes fasciculaires. Pour faciliter l'introduction de l'aiguille entre les fascicules et éviter de léser le périnèvre, nous colorons les tranches de section nerveuse au bleu de méthylène. Cet artifice technique assure une bonne différenciation visuelle entre la substance neurale et le conjonctif. Ce type de suture combinée à la suture épineurale procure le plus souvent les meilleurs résultats des réparations des plaies franches des nerfs (figure 14.4).

Suture périneurale ou dite fasciculaire

En réalité, la réparation s'effectue à partir de groupes fasciculaires agglutinés. Les points de suture sont réalisés avec des fils de 10/0 ou 11/0 montés sur des aiguilles de 50 à 70 microns de diamètre.

La transfixion du périnèvre est délicate car cette enveloppe est à la fois élastique et résistante. Une manipulation intempestive du groupe fasciculaire va d'une part, léser le périnèvre et d'autre part, créer un effet de « corne d'escargot » ou de « tampon de wagon » préjudiciable à l'approximation fasciculaire en raison de la pression intraneurale.

Pour éviter de tels inconvénients, il est utile lors du passage du fil de réaliser un contre-appui avec une pince de microchirurgie. Le nombre de points de suture par groupe fasciculaire doit être limité. Si l'affrontement est de qualité, un seul point de suture peut suffire compte tenu de la contention supplémentaire assurée par les points interfasciculaires ou épineuraux.

La suture périneurale stricte n'est pas souhaitable car au lieu d'avoir cinq ou six groupes fasciculaires à suturer, le chirurgien a individualisé quinze voire vingt fascicules difficiles à affronter. L'intra-neurodissection crée alors des dommages vasculaires auxquels va s'ajouter une réaction inflammatoire induite par le nombre important de points de suture (figure 14.5).

Suture épipérineurale

Bourrel [15] a fait à juste titre la promotion de ce type de réparation. Le point de suture au fil 9 ou 10/0 charge l'épinèvre puis le périnèvre des groupes fasciculaires les plus périphériques. Cette technique a le mérite d'assurer une bonne approximation des groupes fasciculaires tout en restaurant l'étanchéité de l'épinèvre. Bourrel [16], en 1981,

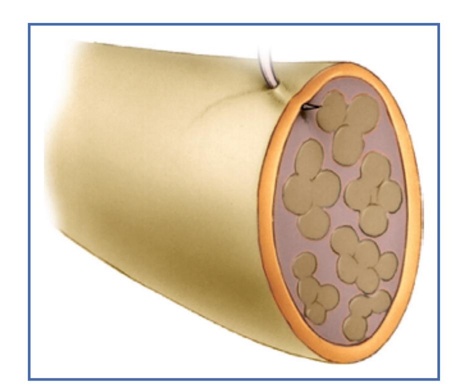


Figure 14.3
Suture épineurale.

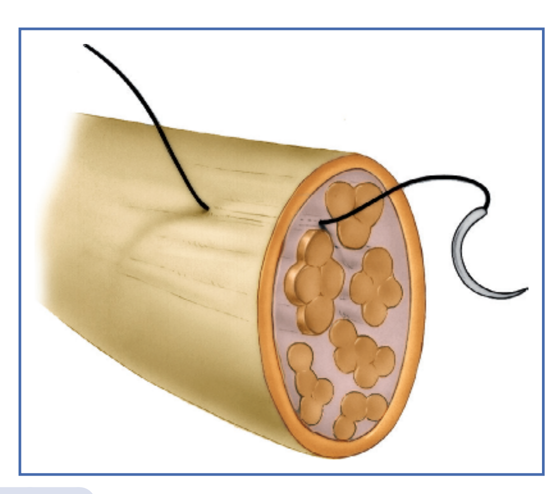


Figure 14.4
Suture interfasciculaire ou « fil guide », qui oriente globalement le nerf en cheminant dans le tissu épineural entre les groupes fasciculaires.

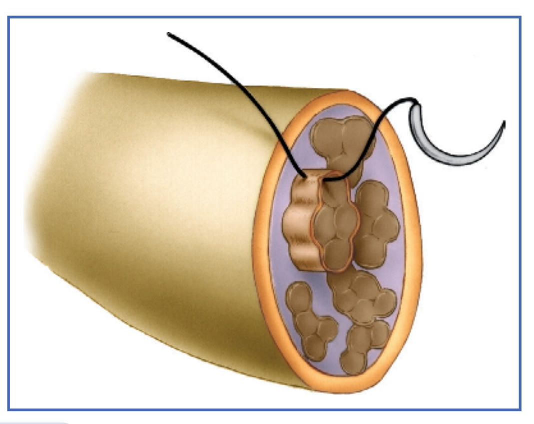


Figure 14.5
Suture périneurale ou fasciculaire.
Il s'agit en fait d'une suture d'un groupe de fascicules.

démontrait à partir d'une série de 109 cas de plaies des nerfs de la main que la suture épipérineurale avait fait passer les très bons et bons résultats à 64 % contre 34 % après une suture épineurale simple (figure 14.6).

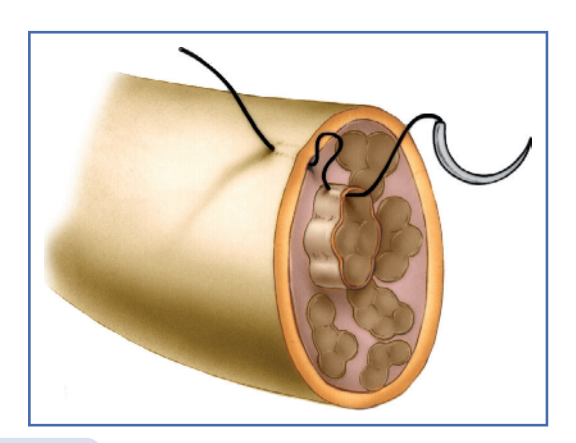


Figure 14.6

Suture épipérineurale.
Le fil de suture chemine de l'épinèvre à l'enveloppe du groupe fasciculaire.

Il est utile d'avoir la maîtrise de ces différents points de suture et de se garder d'être dogmatique car c'est la nature du traumatisme et de la lésion qui va imposer la technique de réparation. Ainsi, il n'est pas rare d'observer dans des plaies apparemment franches un strippage voire une coulée fasciculaire qui oblige à réaliser une approximation par suture périneurale pure. C'est cette même technique qui sera utilisée pour réparer une plaie partielle.

Technique de De Medinaceli modifiée pour améliorer une réparation nerveuse

Pour aboutir à un affrontement idéal d'un nerf mixte (médian, cubital, radial), De Medinaceli propose une méthode qui réunit trois critères indissociables : l'amélioration de la recoupe nerveuse, la protection chimique du nerf et l'affrontement sans tension des extrémités nerveuses (figure 14.7).

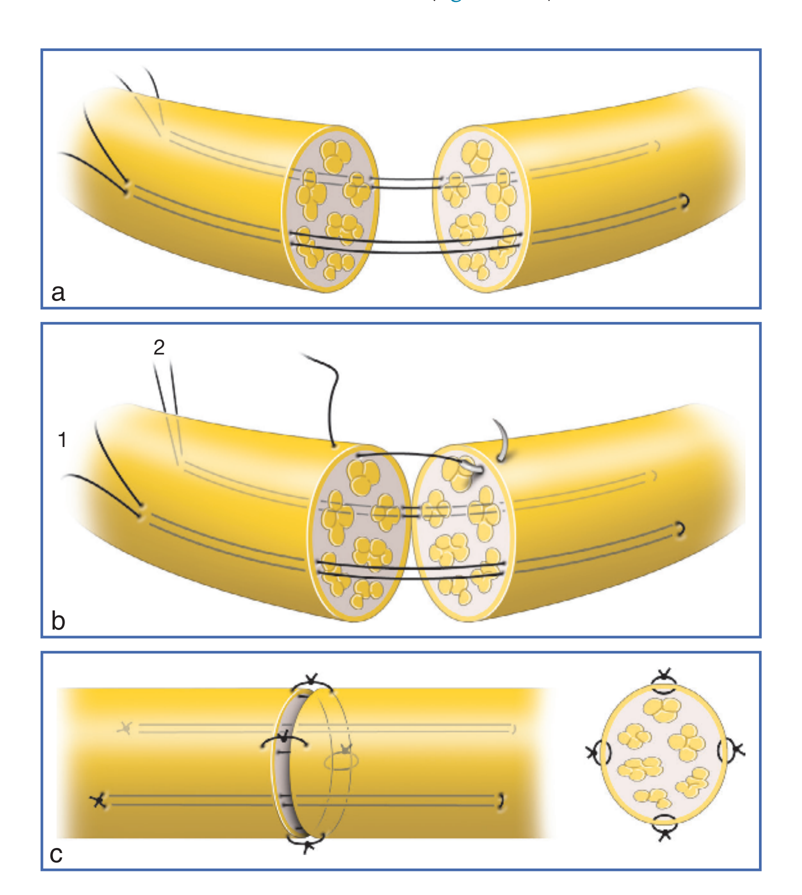


Figure 14.7

Suture selon la technique de De Medinaceli modifiée.
a. Deux fils en boucle de Tsuge sont ancrés sur l'épinèvre à une distance double de la section du nerf à 5 et 7 heures (1 et 2).
b. Les fils *1* et *2* sont noués pour obtenir un bon affrontement des deux extrémités nerveuses.
c. Quatre points épineuraux de 9/0 assurent l'étanchéité de la réparation nerveuse et évitent les troubles rotatoires. Ces points peuvent être remplacés par une application de Tissucol®.

Recoupe nerveuse

Les techniques habituelles de recoupe nerveuse altèrent le nerf car si les enveloppes épi- et périneurales sont solides, en revanche, le contenu est fragile, gélatineux. La recoupe du nerf à l'aide de microfiseaux crée un écrasement voire une élongation certes limités mais réels qui vont induire une nécrose. Gosset [36], Michon [60], Meyer [58] ont préféré des artifices maintenant le nerf dans une enveloppe de cellophane ou dans un système de pince guillotine puis ils le coupent avec une lame de rasoir. Même ces techniques ne sont pas parfaites car elles abandonnent des débris conjonctifs au niveau de la tranche de section.

Les meilleures recoupes sont obtenues en congelant le nerf rapidement et brièvement entre −2 °C et −5 °C. Mais pour les « gros nerfs » il est très difficile d'obtenir une congélation homogène sans altérer la structure même du nerf. Dans l'attente de techniques plus performantes nous privilégions la méthode de Meyer [58] qui utilise des clamps à nerfs de différents diamètres et qui, selon le principe de la guillotine, admettent une lame de rasoir (figure 14.20).

Protection chimique du nerf

Pour éviter la fuite ionique et les altérations cellulaires, le nerf est imprégné de solution de Collins, qui lutte contre la fuite potassique. De Medinaceli [30] y ajoute de la chlorpromazine (Largactil®) pour protéger le nerf d'une invasion d'ions calciques (tableau 14.1).

Affrontement sans tension

La recoupe nerveuse étant franche et l'équilibre chimique du nerf temporairement préservé, il convient de réaliser un affrontement idéal sans introduire de matériel de suture qui viendrait altérer la structure même du nerf et créer des tensions indésirables.

En s'appuyant sur le principe physique décrit par Saint-Venant [71] en 1856, De Medinaceli montre qu'une force appliquée sur la tranche de section d'un tube plastique déforme seulement la structure au voisinage de la zone soumise à la traction. En revanche une traction appliquée à distance se répartit uniformément sur la tranche de section. Pour assurer un affrontement sans tension et sans déformation des extrémités nerveuses, il est fixé à distance un tuteur en matériau résorbable (PDS). Cette plaque est fixée à l'épinèvre par des points de suture situés à une distance égale à deux fois le diamètre du nerf réparé.

La qualité de l'affrontement, la préservation des qualités physiques et chimiques du nerf et l'absence de tension et de déformation des tranches de section nerveuse réduisent l'espace mort entre les extrémités à moins de 20 à 50 microns contre 100 à 300 microns avec une réparation conventionnelle. Pour des questions de brevet et de commercialisation ces plaquettes résorbables ne sont pas disponibles. Nous avons remplacé ces plaquettes en réalisant une ou deux sutures épineurales axiales avec le fil de suture de Tsuge. Si la coaptation est de bonne qualité elle sera stabilisée par 1 ou 2 cm^3 de Tissucol® ou pour plus de sécurité par quelques points épipérineuraux de 9 ou 10/0 [8] (figure 14.7). Cette technique est tout particulièrement dédiée à la réparation des gros troncs nerveux.

Tableau 14.1. Formule du liquide d'irrigation « physiologique » (Ringer-Largactil®) pour 20 mL.

Chlorpromazine chlorhydrate	7 mg
Sodium chlorure	6 mg
Potassium chlorure	163 mg
Eau distillée (qsm)	20 mL

Suture terminoterminale en V-Y

Dans les traumatismes par écrasement ou avulsion la réparation devient difficile et nécessite souvent une greffe secondaire. Au niveau des nerfs collatéraux digitaux, lorsqu'un des deux nerfs peut-être suturé et que l'autre présente une perte de substance, il est préférable d'anastomoser les deux extrémités distales sur le même nerf proximal (figure 14.8).

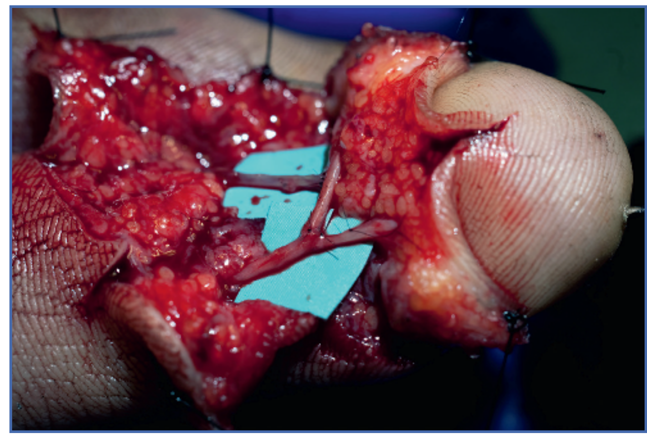


Figure 14.8

Suture terminoterminale en V-Y.
Replantation très distale de P3 avec pontage de l'artère digitale cubitale, anastomose des deux nerfs collatéraux distaux sur le nerf collatéral radial.

Suture terminolatérale

Viterbo a remis à l'honneur en 1992 [84] la technique de suture terminolatérale décrite au 19e siècle. Cette technique est surtout dévolue aux lésions irréparables des nerfs médian et cubital, au traitement des névromes douloureux, aux lésions du plexus brachial et aux lésions des nerfs digitaux [4 bis]. Le nerf receveur est recoupé en zone saine et sous microscope après une simple épineurotomie du nerf donneur, la suture épineurale est réalisée sous microscope au fil 9 ou 10/0 (figure 10.9) [7]. C'est la régénération collatérale (*collateral sprouting*) qui est censée assurer le résultat en sachant que la continuité des groupes fasciculaires a été préservée. Voche et Quattara [85] ont rapporté en 2005 une série de neuf patients ayant bénéficié d'une suture terminolatérale des nerfs digitaux. Avec un recul moyen de 17 mois, ils obtiennent une discrimination statique aux deux points (SDDP) moyenne de 8,7 mm. Si cette technique peut s'avérer utile pour réparer les nerfs digitaux, elle donne, en revanche, des résultats imprévisibles pour les gros troncs (nerfs mixtes).

Neurotubes

En 1982, Chiu *et al.* [24] ont rapporté des résultats fonctionnels satisfaisants en utilisant un greffon veineux pour traiter des pertes de substance nerveuses de quelques millimètres. En 1990, il précisait que les résultats étaient utiles pour des pertes de substance inférieures à 3 cm de nerfs cutanés sensitifs [25], mais ces résultats demeuraient toujours inférieurs à ceux obtenus par une suture directe sans tension. Smahel et Jentsch [72] ont proposé d'interposer un segment nerveux à l'intérieur du greffon veineux dans le but d'éviter le collapsus du greffon veineux et de stimuler la régénération nerveuse. Tang [75] a décrit une technique avec l'emploi de greffons veineux seuls ou avec une tranche nerveuse supplémentaire pour des pertes de substance de 5 mm à 5,8 cm pour des nerfs collatéraux; les résultats fonctionnels sont satisfaisants. Ces observations ont été complétées par d'autres séries concernant des nerfs de plus gros calibres (nerf médian, nerf ulnaire, nerf radial). Ces résultats ont été confirmés par Calcagnetto et Braga-Silva [21] qui ne retrouvaient pas de différence significative sur le plan fonctionnel entre cette technique et la greffe nerveuse conventionnelle pour des pertes de substance nerveuse de nerfs collatéraux d'environ 15 mm. Cependant, Khouri [41] attire l'attention sur l'effet néfaste de la présence de fibroblastes et des résultats à distance potentiellement diminués par la fibrose, dans l'emploi de greffon veineux. Personnellement, nous avons rapidement abandonné cette technique car chez l'adulte l'épaisseur des greffons veineux provoquait des réactions fibreuses extra- et intraluminales préjudiciables à la régénération nerveuse. Nous avons, en 1985 avec Restrepo [69], démontré qu'un tube périneural vidé de sa substance était un bon support pour favoriser la régénération sur des longueurs de 15 mm.

En 1988, Mackinnon et Dellon [28, 52] ont publié des résultats bons et excellents en termes de récupération sensitive en cas de pertes de substance nerveuses inférieures à 3 cm au niveau de nerfs collatéraux digitaux en

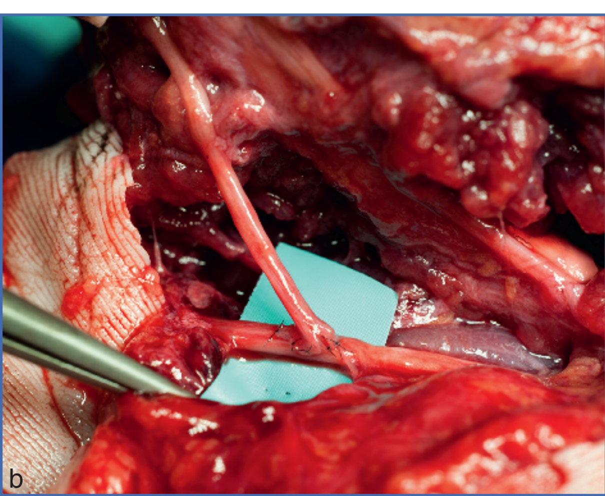


Figure 14.9

a. Explosion de l'éminence thénar par pétard.
b. Le nerf collatéral cubital du pouce a été suturé en terminolatéral sur le nerf collatéral radial de l'index.

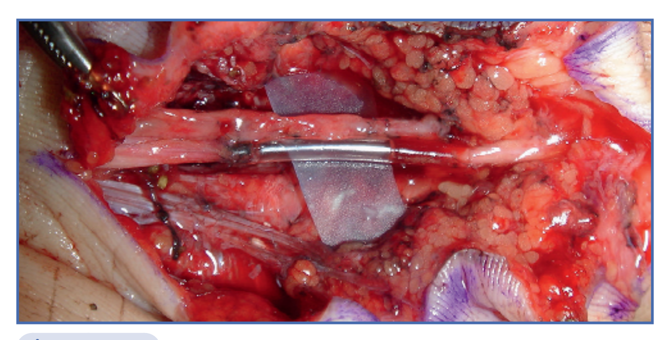


Figure 14.10

Neurotube en acide polylactique réparant un nerf collatéral digital.

utilisant des tubes résorbables d'acide polyglycolique. Berger [9] tempère ces résultats et recommande l'emploi de ces tubes pour les nerfs sensitifs uniquement, les résultats étant moins favorables pour les nerfs mixtes (figure 14.10).

D'autres matériaux, comme la silicone, ont été utilisés par Lundborg [49, 50, 51], avec des résultats similaires chez le primate. Personnellement, nous avons observé avec la silicone des réactions fibreuses péri- et endotubulaires qui entravaient la régénération nerveuse [56].

Taras [76, 77] a rapporté des résultats intéressants en utilisant un tunnel de collagène de type 1 d'origine bovine purifié, semi-perméable, pour une perte de substance moyenne de 12 mm de nerfs digitaux. Il obtient chez 59 % des patients une discrimination aux deux points inférieure à 6 mm (S4) [78]. C'est actuellement une des meilleures statistiques publiées. La moyenne des autres séries publiées pour des pertes de substance de 9 à 20 mm retrouve une cotation S4 chez 24 à 44 % des opérés [19, 46, 47, 80, 86]. Il y a eu une sorte de fascination du chirurgien à l'égard de ce concept de neurotubes. Rappelons que l'axone pour progresser a besoin de la membrane basale de cellules de Schwann et de facteurs de croissance (NGF, pour *nerve growth factor*). Cette technologie progressera probablement par l'adjonction dans le neurotube de nanofibres de peptides qui auront ce rôle de membrane basale, de cellules de Schwann autologues et de facteurs de croissance nerveuse comme l'a réalisé de manière expérimentale l'équipe de Lim et Ramakrishna [66]. Nos résultats à long terme des neurotubes n'ont pas été convaincants car pour moitié ils assuraient une récupération sensitive de protection, souvent accompagnée d'une hyperpathie et pour l'autre moitié nous avions des résultats pauvres voire nuls. Dans ce contexte, nous préférons réaliser une autogreffe.

Autogreffe

Il convient de séparer le traitement par autogreffe des pertes de substance des nerfs digitaux de celui des gros troncs nerveux.

La perte de substance est la conséquence d'un traumatisme par avulsion ou par écrasement. Réaliser une greffe autologue en urgence implique que sa revascularisation s'effectue grâce à un lit tissulaire de qualité qui a bénéficié de la réparation des axes vasculaires principaux, d'un parage le plus complet possible afin d'éviter la nécrose source de sepsis. Le temps important étant de déterminer le niveau lésionnel de l'axe nerveux et d'assurer sa résection en zone saine. En dehors des avulsions des nerfs digitaux rencontrées dans les *ring fingers*, la recoupe du nerf en zone saine est le plus souvent réalisable. La greffe des nerfs digitaux fait appel soit à un nerf interosseux postérieur (NIOP) ou antérieur, au nerf cutané latéral de l'avant-bras, au nerf brachial cutané médial ou à un nerf digital provenant d'un doigt-banque (figure 14.11) (voir chapitre 17).

Pour éviter le problème de la morbidité des sites donneurs, il sera intéressant d'observer les résultats à long terme obtenus par les allogreffes décellularisées sur de grandes séries homogènes. Nous avons abandonné les neurotubes compte tenu de la médiocrité des résultats. Chevrollier *et al.* [23] ont, dans une série homogène de 16 cas (âge moyen : 39 ans), montré que, pour une greffe de longueur moyenne de 38 mm, 56 % des opérés obtenaient un résultat à S3 + et S4.

En revanche, pour les gros troncs nerveux, nous avons plus de difficultés à évaluer l'extension des lésions neurales et le plus souvent nous les sous-évaluons. Par ailleurs, réaliser une greffe fasciculaire en urgence d'un gros tronc nerveux au milieu de réparations tendineuses est en contradiction avec les protocoles de mobilisation protégée précoce. Il convient en urgence de fixer les extrémités nerveuses aux tissus environnants pour éviter la rétraction de leurs extrémités et de réaliser secondairement dans les 2 à 3 mois une greffe fasciculaire selon la technique de Narakas (voir volume 2, chapitre 7). La fixation des extrémités nerveuses peut également bénéficier d'un neurotube qui sera remplacé secondairement par une greffe fasciculaire [5, 6].

Allogreffe

Traiter les pertes de substance nerveuse par une allogreffe sans recourir aux traitements immunosuppresseurs reste un formidable défi débutant en 1855 par Albert [1] qui réalisa les premiers cas cliniques avec des résultats médiocres. L'apparition des immunosuppresseurs nous poussa en

Figure 14.11

Greffe vascularisée du nerf collatéral cubital de D3 provenant du doigt-banque D4.
a. Amputation par scie circulaire.
b. Un greffon composite os, nerf, artère est prélevé à partir de D4.
c. La greffe osseuse reconstruit P1, le complexe artère et nerf revascularise et resensibilise D3.
d, e. Résultat à la 8e semaine.

1980 avec Ch. Bour à expérimenter chez le chien le transfert d'allogreffe du plexus brachial, ce fut un échec car, à l'arrêt du traitement immunosuppresseur après régénération nerveuse, l'allogreffe dégénérait. C'est Mackinnon et son équipe [53] qui effectuent un prétraitement des allogreffes tout en plaçant le patient sous cyclosporine A ou tacrolimus et prednisone le temps de la régénération nerveuse. Les résultats fonctionnels sensitivomoteurs étaient peu convaincants et, par ailleurs, il était éthiquement peu acceptable de poursuivre l'utilisation d'immunosuppresseurs

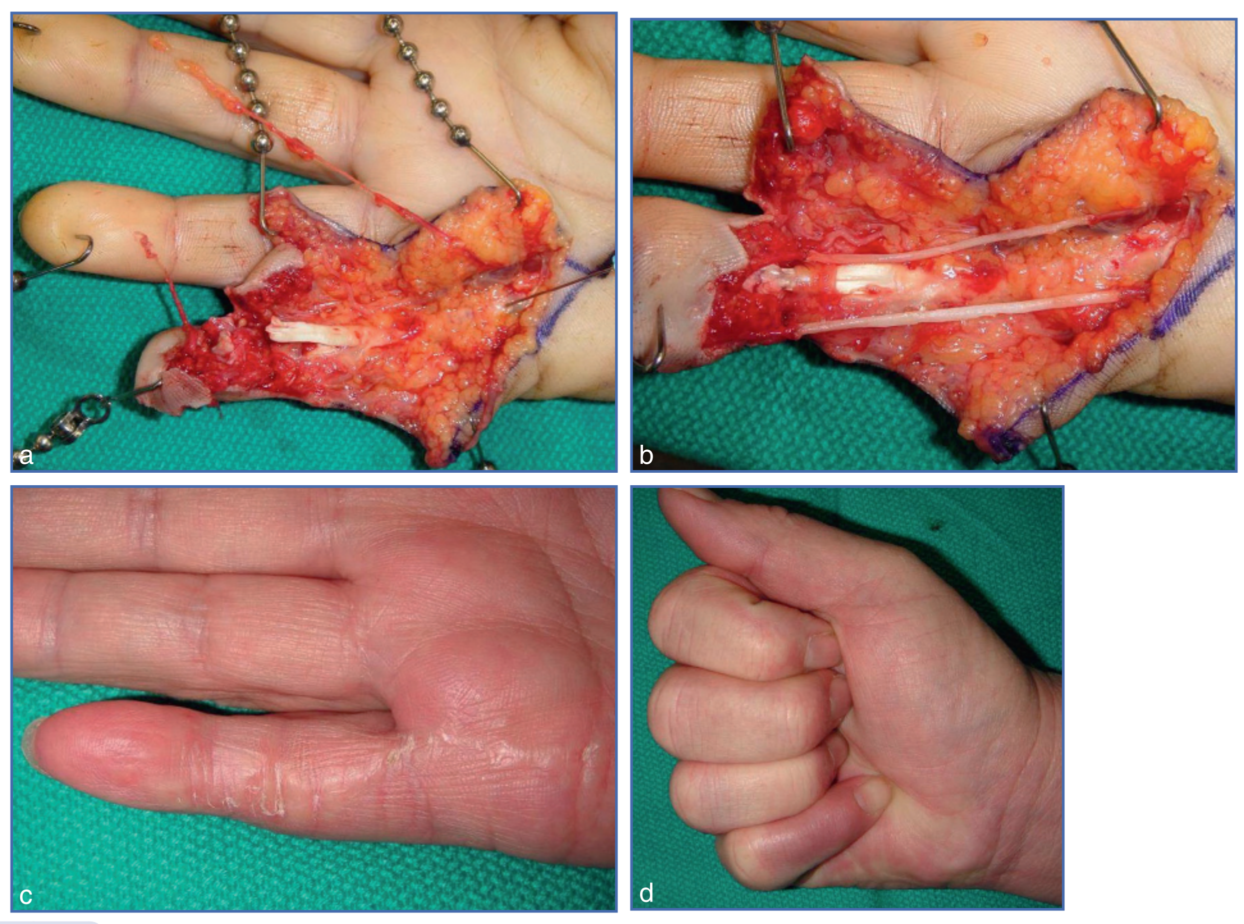


Figure 14.12

Allogreffe nerfs collatéraux digitaux du 5e doigt (Axogen®).
a. Traumatisme avec avulsion des nerfs collatéraux et du fléchisseur profond.
b. Allogreffe de 5 cm.
c, d. Résultat à 8 mois (cas clinique : G. Buncke, San Francisco).

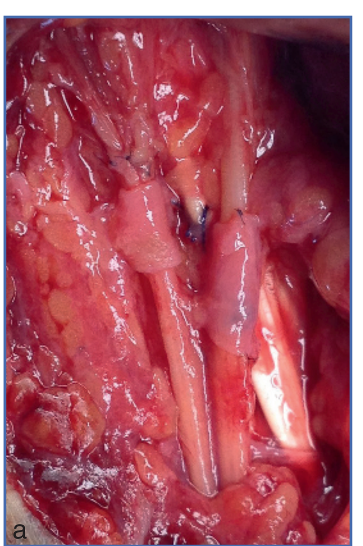
pour une chirurgie purement fonctionnelle. La véritable avancée est obtenue par décellularisation des allogreffes tout en préservant les structures extracellulaires (ECM, pour *extracellular matrix*) et l'architecture générale du conduit nerveux. Ce résultat a pu être obtenu par des procédés d'irradiation, de congélation-décongélation, de détersion. Actuellement, seules les allogreffes produites par AxoGen ont reçu la certification par la Food and Drug Administration (États-Unis). L'étude multicentrique réalisée aux États-Unis depuis 2007 est encourageante puisque 71 allogreffes réalisées chez 56 patients pour des pertes de substances moyennes de 23 mm ont permis d'obtenir un niveau S3 et/ou M4 dans 86 % des cas. Ce taux monte à 89 % pour ce qui concerne la récupération après greffe des nerfs digitaux, 75 % pour le nerf médian et 67 % pour le nerf cubital [17, 26, 79]. Cette étude multicentrique prouve que les allogreffes AxoGen donnent des résultats équivalents voir supérieurs aux autogreffes. Seule une étude prospective homogène validera ce procédé (figure 14.12).

Les adjuvants peropératoires à la réparation nerveuse

Le manchonnage veineux

C'est Raimbeau et son équipe [2] qui ont promu la technique de manchonnage veineux des sutures microchirurgicales des nerfs digitaux. La technique est simple et de réalisation rapide. Une veine est prélevée sur une longueur de 15 à 20 mm par une courte incision sur le dos de la main. Sous microscope, la veine est enfilée en chaussette sur l'une des extrémités du nerf. La suture est réalisée par 3 points de suture épipérineurale 9 ou 10/0. Le manchon est alors glissé sur la suture sans être fixé (figure 14.13).

Dans une série de 53 manchons veineux réalisés sur 48 patients de 40 ans d'âge moyen et évalués avec un recul de 25,75 mois, Raimbeau *et al.* [67] ont pu observer qu'aucun des patients ne présentait de névrome douloureux ni d'exclusion fonctionnelle du doigt réparé. Le test de discrimination



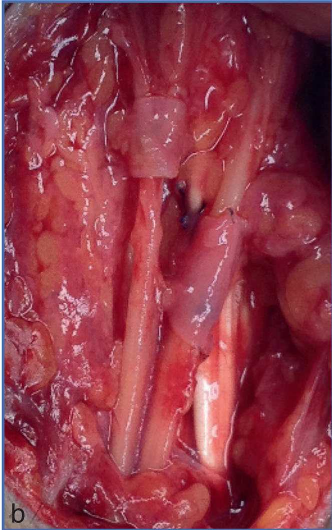


Figure 14.13

Suture des branches de division du nerf radial au poignet.
a. Les manchons veineux sont introduits en doigt de gant sur les deux extrémités proximales avant suture.
b. Les manchons sont ensuite glissés en regard des sutures.

statique aux deux points (SDDP) était en moyenne de 10,3 mm. Le taux de satisfaction des opérés était de 96 %. Si le manchonnage veineux n'améliore pas la qualité de la repousse nerveuse et ne diminue pas la sensibilité au froid, en revanche, il assure une indolence par l'absence de névrome douloureux. Par ailleurs, ce manchonnage veineux fait subsister un plan de glissement entre l'endoveine et l'épinèvre, facteur important qui explique l'absence de névrome douloureux. Les avantages de cette technique sont importants car son coût est nul au contraire d'un neurotube synthétique, la disponibilité de la veine est assurée dans le champ opératoire avec le choix approprié du diamètre. Sa biocompatibilité est parfaite et les séquelles esthétiques du site donneur négligeables.

Les lambeaux graisseux

Dans les traumatismes étendus et complexes du poignet, il est utile de séparer les réparations tendineuses des réparations nerveuses. D'une part, il faut s'efforcer d'appliquer un protocole de mobilisation précoce des tendons fléchisseurs et, d'autre part, favoriser le glissement des nerfs au voisinage des articulations. L'opérateur profitera de la réalisation de lambeaux pédiculés locaux (lambeau radial antébrachial, lambeau interosseux postérieur, lambeau cubitodorsal) pour enrober le nerf par un lambeau cellulograisseux. Quelquefois, si le carré pronateur est intact, il peut être pédiculé et peut donc séparer et protéger les différents plans tissulaires (voir volume 3, chapitre 13).

Les biomatériaux

L'expérience de biomatériaux résorbables comme la cellulose hyperoxydée (Divide DePuy-Mitek) pour favoriser le glissement des tendons nous a convaincu de l'utiliser en urgence dans les réparations nerveuses [57]. La feuille de Divide est enroulée autour de la réparation nerveuse sans être fixée.

Soins post-opératoires

Nous avons pour principe de réparer en urgence toutes les lésions tissulaires avec des techniques qui sont compatibles avec une mobilisation précoce. Ce principe est appliqué le plus souvent lorsqu'il y a stabilisation des fractures, sutures tendineuses, anastomoses vasculaires et couverture de pertes de substance cutanée par lambeau. En revanche, on ne peut soumettre toutes les lésions nerveuses à une mobilisation précoce dans la mesure où la mise sous tension du nerf peut provoquer une désunion. Certes, on peut considérer au 8e jour post-opératoire la zone de réparation comme mécaniquement solide mais les tensions appliquées au nerf sont un handicap à la régénération nerveuse. Dans le cadre du traitement des plaies complexes de la main, les lésions nerveuses doivent inciter le plus souvent à retarder la mobilisation précoce.

Immobilisation post-opératoire des lésions médiocubitales au poignet

Si la lésion nerveuse est isolée et ne comporte aucune lésion tendineuse associée, le poignet est immobilisé en position neutre pour une période de trois semaines, tout en autorisant la mobilisation active des doigts.

En revanche, si la lésion nerveuse est associée à des lésions tendineuses (fléchisseur radial du carpe [FCR], fléchisseur ulnaire du carpe [FCU]), l'immobilisation post-opératoire exige la confection d'une orthèse dorsale fixant le poignet en flexion à 30° pour une période de 4 à 5 semaines (figure 14.14). Par ailleurs, une lésion des tendons fléchisseurs des doigts impose la mise en place d'une orthèse dorsale à 30° de flexion du poignet et à 45° des métacarpophalangiennes.

Au début de notre expérience, nous avions en post-opératoire immédiat utilisé le principe de la mobilisation active ou passive protégée selon les protocoles de Kleinert et Strickland, ou Duran (voir chapitre 10). Nous sommes actuellement en recul sur cette attitude thérapeutique et nous retardons au 10e voire 15e jour post-opératoire les techniques de mobilisation protégée afin de laisser passer l'orage fibroblastique péritendineux et obtenir la cicatrisation de l'épinèvre. Au terme de l'immobilisation du poignet en flexion, il est important de ramener progressivement celui-ci en position neutre puis en dorsiflexion car durant les 3 à 4 semaines d'immobilisation, le nerf a nécessairement été fixé dans son lit tissulaire par les réactions cicatricielles. Accorder rapidement au poignet toutes ses possibilités de mobilisation crée au niveau du nerf des tensions importantes préjudiciables à sa régénération.

Figure 14.14

Orthèse statique antébrachiométacarpienne palmaire après suture du nerf cubital au poignet.

Le patient et son kinésithérapeute doivent, après réparation d'une plaie complexe au poignet, mobiliser avec beaucoup de prudence le poignet pendant les 5 à 6 semaines suivant la sortie de l'attelle. C'est à ce prix que les espaces de glissement entre les nerfs et les tissus environnants peuvent se rétablir sans créer de dommages définitifs à la repousse nerveuse.

Après une réparation cubitale et pour éviter ou diminuer le développement d'une griffe cubitale, il est important de faire porter au patient une orthèse antigriffe cubitale de type Zancolli (figure 14.15) pendant la période de régénération nerveuse.

Immobilisation post-opératoire des lésions des nerfs digitaux au niveau de la paume de la main

Au niveau de la paume de la main, les nerfs interdigitaux ne sont pas soumis à des tensions inopportunes lorsque le poignet est immobilisé en dorsiflexion. En revanche, la mobilisation en extension des articulations métacarpophalangiennes est à proscrire. Ainsi toute plaie des nerfs interdigitaux et collatéraux sera protégée durant les deux premières semaines post-opératoires par une orthèse dorsale fixant ces articulations à 45° de flexion (figure 14.16).

Immobilisation des réparations nerveuses après replantations digitales

La double lésion tendineuse (fléchisseur et extenseur) interdit la mobilisation active durant les quatre premières semaines post-opératoires. Cependant, compte tenu des raccourcissements du squelette effectués lors de la replantation, la tension exercée au niveau des nerfs collatéraux réparés est modérée, ce qui peut autoriser une mobilisation passive limitée à la flexion des MP et des IP dès le 15e jour post-opératoire.

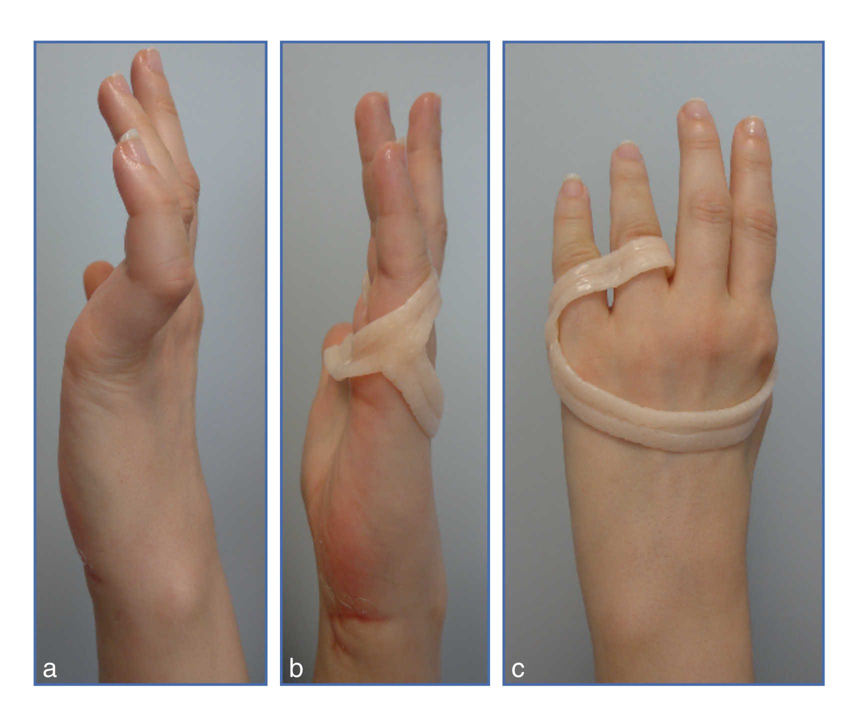


Figure 14.15

a. Déformation en griffe par paralysie cubitale.
b, c. Durant la régénération nerveuse, la griffe est réduite par le port d'une orthèse statique restrictive dite « de Zancolli ».

Figure 14.16

Orthèse carpodigitale dorsale restrictive fléchissant les MP à 45° mais compatible avec une flexion MP et IP.

Choix de la technique chirurgicale en fonction du type et du niveau lésionnel

L'attitude thérapeutique se modifie en fonction de la nature franche ou contuse des lésions. Si la première relève sans ambiguïté de la réparation primaire par suture microchirurgicale ou de préférence par la technique de De Medinaceli modifiée, en revanche les plaies contuses sont plus délicates à traiter car, en urgence, il est difficile et hasardeux d'évaluer l'extension des lésions qui sont le plus souvent sous-estimées. Mais à défaut de pouvoir réparer ces lésions en urgence, il est nécessaire de restaurer l'orientation générale du nerf et de réparer les lésions associées en particulier vasculaires. En revanche, lorsque la contusion est limitée et la perte de substance modérée après recoupe, il convient de faire le choix entre une suture directe avec un minimum de tension et une greffe fasciculaire.

Lésions des gros troncs

Section totale du nerf cubital au poignet

Elle est associée dans 80 % des cas à une section du cubital antérieur et de l'artère cubitale.

Au poignet, l'organisation fasciculaire est bien individualisée en deux groupes, l'un destiné aux muscles intrinsèques, l'autre à la sensibilité des 4e et 5e doigts.

La réparation est réalisée par technique conventionnelle interfasciculaire et épipérineurale ou selon les principes de De Medinaceli. En cas de tension ou de petite perte de substance (1,5 cm), une dissection extensive, proximale, non dévascularisante, autorise également une suture primaire.

Systématiquement, l'artère cubitale est suturée. Si au début de notre expérience nous avons hésité à réparer le

tendon du cubital antérieur qui se superpose à la suture nerveuse et peut induire une sclérose péri-nerveuse, désormais nous le suturons systématiquement car nous avons observé une altération de la stabilité du poignet et un défaut d'inclinaison cubitale qui retentit sur la force de serrage de la main (30 % selon Brand). Au final, nous protégeons la réparation nerveuse par une feuille de Divide afin de la séparer de la réparation tendineuse [57].

L'immobilisation post-opératoire fixe le poignet en très légère flexion et en inclinaison cubitale pour une période de quatre semaines.

Section totale et franche du nerf médian au poignet

Au poignet, la lésion du nerf médian est le plus souvent totale et franche et s'associe à celle des fléchisseurs du poignet et des doigts (figure 14.17). Sa réparation se fait dans les mêmes conditions que celles énoncées pour les lésions du nerf cubital (figure 14.19) et il est nécessaire d'assurer la protection de la réparation nerveuse et de déterminer la technique de mobilisation des chaînes digitales et l'heure de sa réalisation.

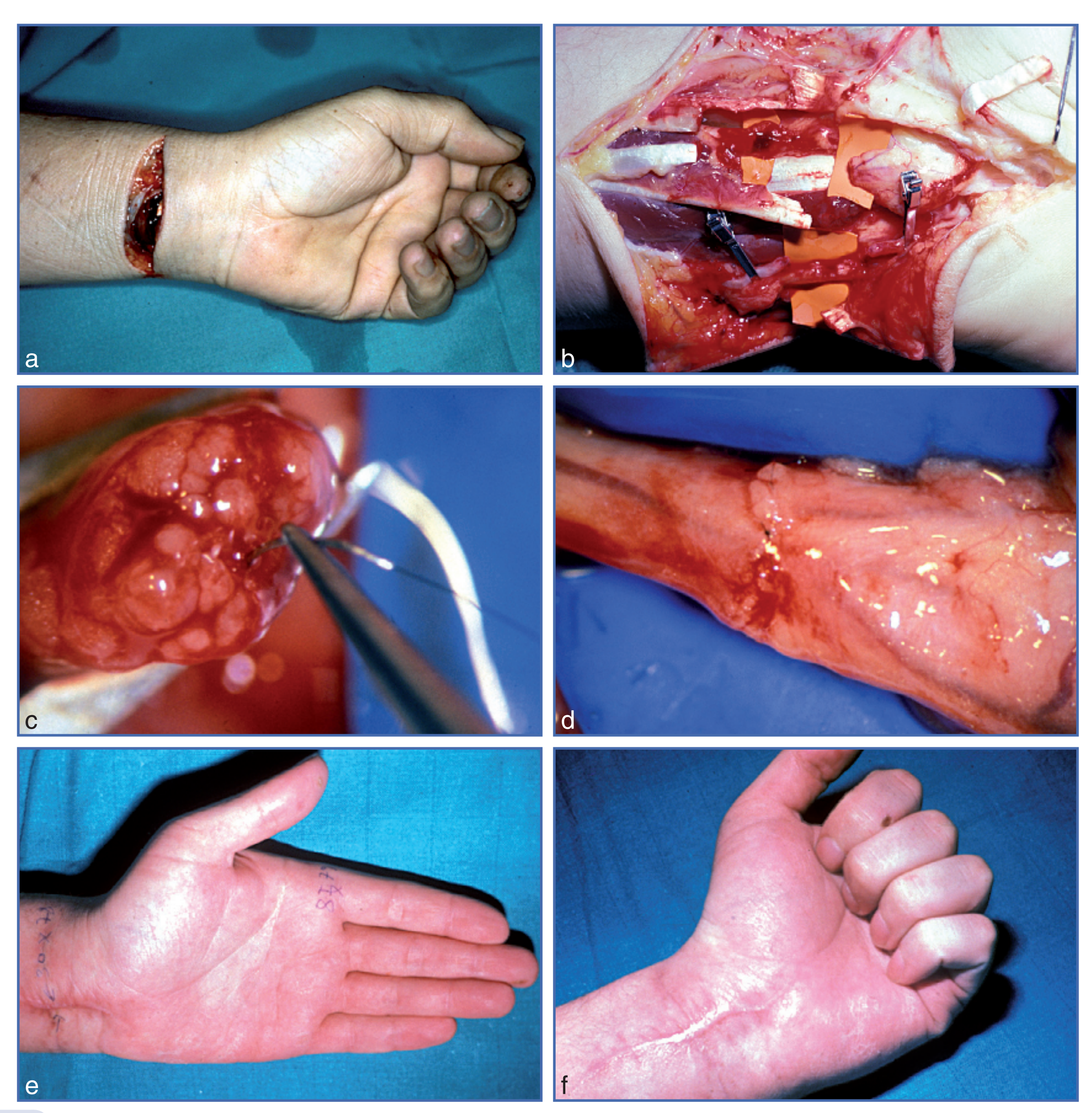


Figure 14.17

Plaie franche du poignet avec section du nerf médian, des fléchisseurs du poignet, des fléchisseurs superficiels de l'index, et du majeur et profond de l'index (a, b).
c. La suture débute par des points interfasciculaires (fils guides).
d. Elle s'achève par des points épipérineuraux assurant l'étanchéité épineurale.
e, f. Résultat fonctionnel au 70e jour post-opératoire. Le signe de Tinel est à la base de l'index.

Le poignet est immobilisé en flexion à 30° pour 4 semaines et la mobilisation protégée selon la technique de Strickland, Kleinert ou de Duran débute entre le 10e jour et le 15e jour en fonction de la cicatrisation cutanée. En revanche, si le nerf médian est le seul élément lésé, le poignet sera immobilisé à 20° de flexion pour 4 semaines tout en autorisant la flexion active des doigts.

Dans tous les cas, lorsque la lésion du nerf médian siège au voisinage du canal carpien, il est nécessaire d'ouvrir systématiquement le ligament annulaire du carpe. En effet, après la dégénérescence wallérienne, le nerf est vide de neurite et le front de repousse nerveuse qui va apparaître peut se trouver bloqué à son entrée dans le canal carpien en raison des réactions œdémateuses, ou d'un hématome qui vont provoquer la rétraction du ligament annulaire.

Lésions partielles des gros troncs nerveux

Les lésions partielles des nerfs médian et/ou cubital doivent être diagnostiquées en urgence par un examen clinique précis mais c'est souvent lors de l'exploration chirurgicale que l'évaluation exacte des lésions sera effectuée. Il est nécessaire de retrousser en « doigt de gant » l'épinèvre qui est le plus souvent hématique pour visualiser les groupes fasciculaires lésés. C'est en urgence que la réparation des plaies partielles est la plus aisée et procurera les meilleurs résultats car la concordance des groupes fasciculaires apparaît évidente. La suture est confiée à un ou deux points périneuraux de 10/0 (figures 14.18 et 14.19).

L'immobilisation post-opératoire du poignet se limite à une quinzaine de jours car les groupes fasciculaires indemnes sont la meilleure protection des sutures fasciculaires contre les tensions excessives.

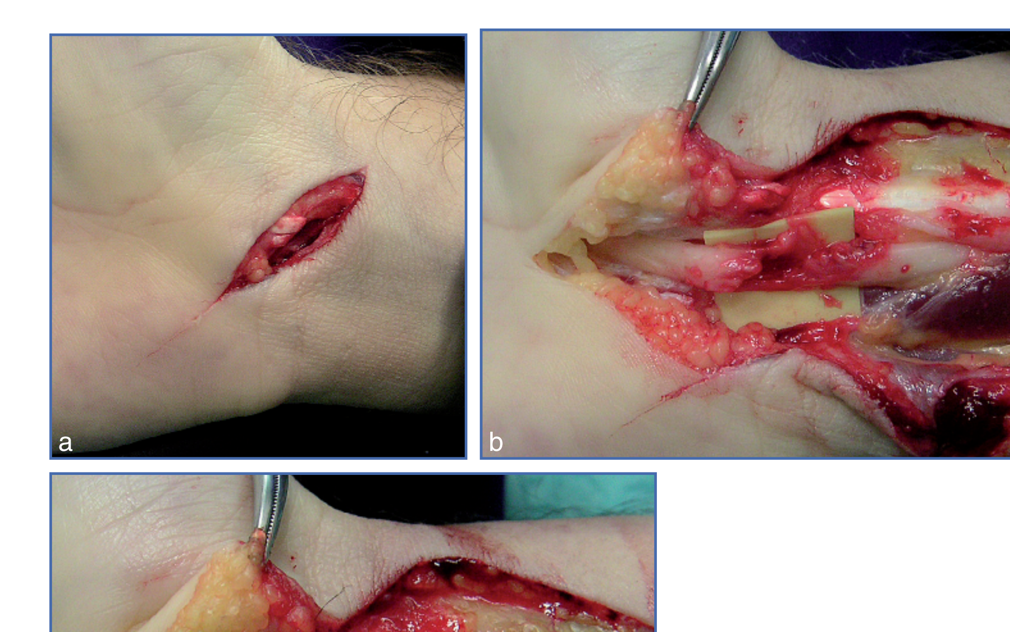


Figure 14.18

a. Plaie subtotale du nerf médian au poignet par cutter.
b. Seul le petit palmaire est sectionné et ne sera pas réparé. La plaie oblique est franche.
c. La réparation nerveuse est réalisée par une combinaison de points périneuraux et épipérineuraux afin d'assurer une bonne étanchéité périneurale.

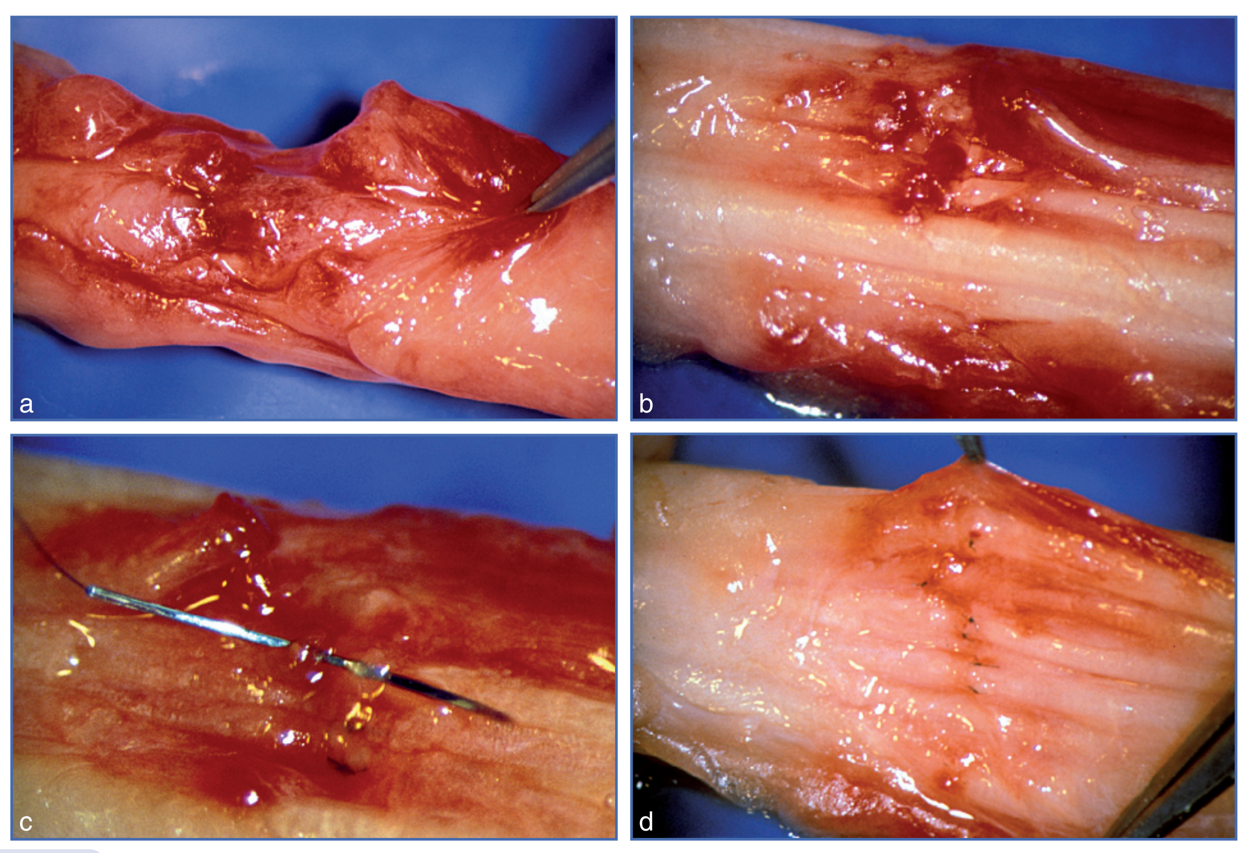


Figure 14.19

Plaie partielle du nerf cubital.
a. L'hématome sous l'épinèvre masque la lésion.
b. Une fois l'épinèvre retroussé en « doigt de gant », les plaies fasciculaires sont évidentes.
c. Chaque groupe fasciculaire est suturé par un ou deux points de monofilament 10/0.
d. Aspect final de la réparation fasciculaire.

Plaies contuses et avulsions

C'est un des problèmes les plus difficiles à résoudre en urgence car on ne dispose pas de moyens objectifs simples pour évaluer avec précision le niveau lésionnel après contusion, élongation voire avulsion.

Si la contusion est limitée, il est possible de réaliser une résection compatible avec une suture directe de 10 à 15 mm au niveau du nerf cubital, mais rarement de plus de 5 mm au niveau du nerf médian. La recoupe des extrémités nerveuses s'effectue à l'aide des clamps de Meyer [58] (figure 14.20). Si, après recoupe, la perte de substance est plus importante, c'est à une autogreffe fasciculaire qu'est confiée la réparation ; celle-ci ne peut se justifier en urgence que si le niveau lésionnel a été parfaitement identifié. Si ce n'est pas le cas, il est préférable de fixer les extrémités nerveuses *in situ* et de réaliser une greffe secondaire. Le poignet est alors immobilisé pour 4 semaines en position neutre.

Si la contusion est étendue, le blessé devra bénéficier secondairement d'une suture ou le plus souvent d'une greffe fasciculaire. Mais en urgence, il est important de rétablir l'orientation globale du nerf et d'éviter la rétraction naturelle des extrémités nerveuses. C'est le plus souvent en s'aidant sous microscope de la vascularisation épineurale que l'on retrouve le plus facilement la morphologie du nerf.

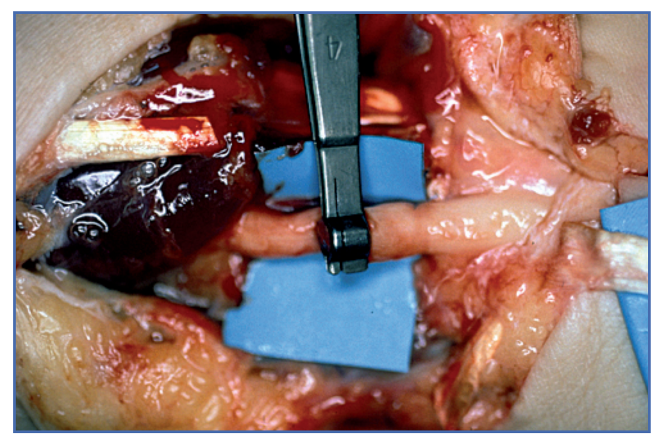


Figure 14.20

Recoupe de l'extrémité proximale du nerf médian avec le système « guillotine » de Meyer.

L'avulsion nerveuse reste la lésion la plus redoutable. Elle ne relève pas de la réparation primaire ni par suture ni par greffe car l'identification du niveau lésionnel est impossible. Dans ce cas, les extrémités nerveuses sont fixées par des clips ou des fils métalliques aux aponévroses ou au périoste pour éviter leur rétraction. Secondairement, le signe de Tinel permet de situer le front de repousse nerveuse et c'est généralement à partir du 3e mois post-traumatique qu'une réparation secondaire peut être envisagée.

À défaut de pouvoir réparer les lésions nerveuses en urgence, il convient à ce moment de préserver la longueur et l'orientation globale du nerf, de rétablir les axes vasculaires et d'assurer un parage voire une restauration du lit tissulaire. Ces gestes réalisés en urgence créeront les meilleures conditions pour faciliter la réparation nerveuse secondaire (voir volume 2, chapitre 7).

Réparations nerveuses et replantation

Le devenir fonctionnel des replantations de mains est directement lié à la qualité de la réparation nerveuse. Il est souvent nécessaire dans ce type de traumatisme de réséquer les nerfs en zone saine, mais grâce au raccourcissement du squelette qui peut parfois atteindre 2 à 3 cm pour des replantations au niveau radiofubital ou au poignet, la réparation sans tension est encore possible (voir chapitre 16).

Lésions des petits nerfs

Les petits nerfs de la main sont, soit à destinée sensitive, soit à destinée motrice, ce qui devrait apporter des résultats de qualité après réparation. Si malgré cet aspect anatomique favorable, les résultats restent décevants, ceci peut provenir de l'inexpérience du chirurgien, de la difficulté de réaliser une réparation précise dans des tissus hémorragiques ou de la durée de l'ischémie qui a nécessité le dégonflage du garrot.

Lorsqu'il s'agit de replantations digitales et que le temps d'ischémie est court, il est préférable de réparer les nerfs collatéraux avant le lâcher du garrot ou la levée des clamps vasculaires en utilisant habituellement les techniques de suture épipérineurale après avoir recoupé le nerf avec les clamps de Meyer (figure 14.21).

Il est inutile d'effectuer des réparations fasciculaires au niveau des nerfs collatéraux comme l'a préconisé O'Brien [65] car cette technique, d'une part, prolonge le temps opératoire et donc l'ischémie, d'autre part, accroît la sclérose intraneurale par l'accumulation du matériel de suture au niveau du périnèvre. La protection de la suture par un manchon veineux protège l'opéré d'un névrome douloureux. Cette dernière technique a l'avantage d'autoriser une mobilisation passive du doigt replanté dès le 10e jour (figure 14.22).

Les lésions par avulsions sont de pronostic redoutable (doigt-bague) et la solution thérapeutique préconisée est la réalisation secondaire de greffes. Le pronostic de ces greffes longues est médiocre malgré le soin apporté à les faire cheminer dans un lit tissulaire favorable (*jumping graft*). C'est pour ces raisons qu'il est préférable, en urgence, de tenter une suture épipérineurale après recoupe de ces nerfs élongués en espérant obtenir au minimum une sensibilité de protection. Pour les lésions très distales à la jonction de la pulpe il est encore possible de réparer par suture périneurale l'arborescence terminale des nerfs collatéraux (figure 14.23).

Dans les lésions multiples, il est parfois nécessaire de sacrifier un ou plusieurs doigts fonctionnellement condamnés. Le principe du « doigt-banque » (voir chapitre 17) peut être utilisé dans ce cas pour resensibiliser un pouce ou un doigt long. Du doigt sacrifié sont prélevés en monobloc le nerf et l'artère collatérale, cette dernière servira à la fois à revasculariser le doigt et à assurer la vitalité de la greffe nerveuse.

Rééducation

Après réparation microchirurgicale des plaies nerveuses, la rééducation de la sensibilité est très rarement appliquée, presque ignorée, à côté des techniques de rééducation motrice et ce malgré les travaux de Möberg [64], Wynn Parry [88, 89] et Dellon [27].

Pourtant, cette technique est simple, mais elle demande beaucoup de temps. Les programmes de rééducation doivent se faire en équipe associant les compétences du kinésithérapeute et de l'ergothérapeute qui ont assimilé les grands principes de la dégénérescence et de la régénération nerveuse ainsi que les profondes modifications corticales après une plaie nerveuse.

Dans les minutes qui suivent une désafférentation due à une amputation ou à une plaie nerveuse, il se produit au niveau du cortex cérébral une réorganisation à la fois instantanée et longue des aires corticales somesthésiques. Il se crée un véritable « trou noir » dans la zone somesthésique du cerveau correspondant au nerf lésé. Cette aire corticale, qui est silencieuse et ne reçoit plus d'influx, va être colonisée et envahie par les aires corticales voisines. Durant la période qui suit le traumatisme et avant que la régénération axonale ne gagne la main, celle-ci n'a aucune sensibilité et n'envoie aucun influx au cerveau.

Malgré une réparation microchirurgicale de la plaie nerveuse, le processus de régénération va se faire, mais en multipliant les erreurs d'aiguillage ; ainsi, la peau de la

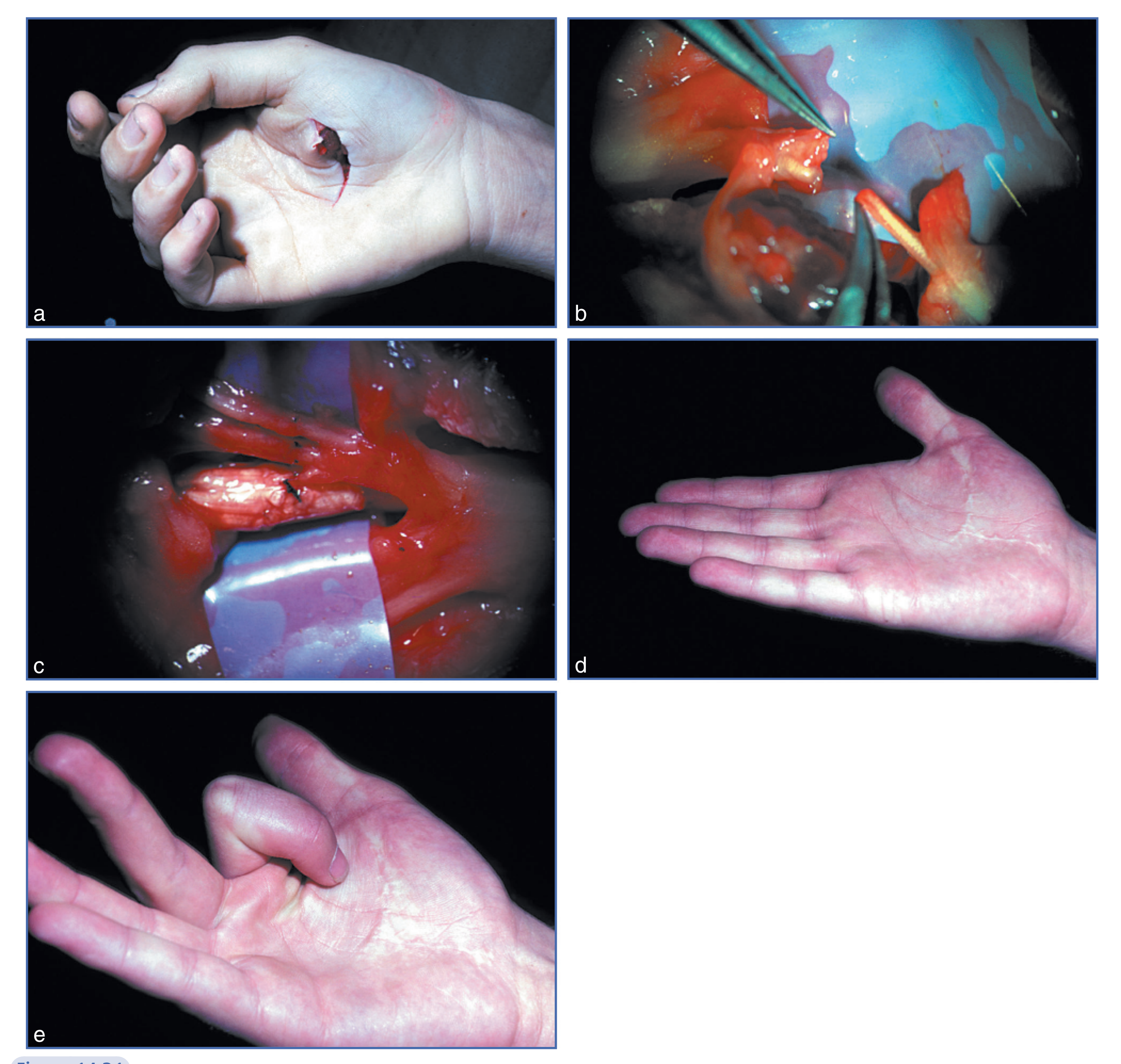


Figure 14.21

a. Plaie palmaire avec section du fléchisseur superficiel de l'index et des nerfs digitaux de l'index.
b. Préparation des extrémités nerveuses.
c. Suture selon Kessler du tendon fléchisseur superficiel. Suture épipérineurale des nerfs digitaux de l'index.
d, e. Résultat fonctionnel de la main au 4e mois avec une discrimination aux deux points de l'index à 8 mm.

main et des doigts ne sera pas réinnervée par les axones d'origine. L'influx qui sera transmis au niveau cortical ne correspondra en aucun cas au territoire d'origine, si bien que la représentation de la main et des doigts sera distordue. L'ancien territoire, dédié à la représentation corticale des doigts bien individualisés, va se modifier en une superposition des territoires de chaque doigt. En résumé, le nerf n'arrivera pas à reconquérir son territoire d'origine.

Les erreurs d'aiguillage des axones modifient la cartographie de la représentation corticale de la main : celle-ci « parle » un nouveau langage au cerveau. Ce nouveau langage doit être interprété par le cerveau, ce qui implique un réapprentissage qui bénéficiera d'un programme de rééducation de la sensibilité.

Lundborg et Rosén [50] ont développé une importante stratégie pour valoriser les résultats sensitifs des réparations nerveuses. Ils ont prouvé que le protocole

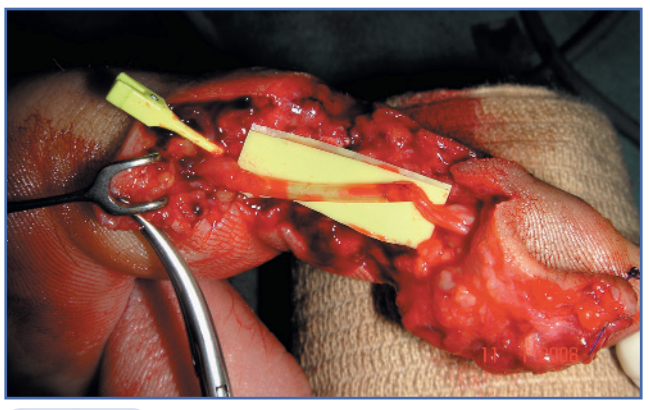


Figure 14.22

Perte de substance du nerf collatéral radial de l'index réparé en urgence par neurotube d'acide polylactique de 2 mm de diamètre. L'artère collatérale est en attente de réparation sur un clamp Biover®.

de rééducation doit débuter juste après la réparation nerveuse et bien avant que la réinnervation n'atteigne la main. La stratégie est de stimuler l'aire corticale correspondante au nerf lésé et de maintenir la représentation corticale de la main dénervée.

Les exercices de rééducation sont réalisés dans un 1er temps sous contrôle visuel et par comparaison avec le côté sain (principe du *biofeedback* et du miroir). Cette période est capitale pour éviter au patient l'exclusion de son membre ou « la main à la poche » en raison de l'anesthésie. Puis, dans un 2e temps, la rééducation s'effectue sans contrôle visuel et sans référence à une perception normale. Cette progression facilite l'apprentissage et évite de placer le patient en situation d'échec.

Figure 14.23

a. Plaie par écrasement des extrémités des doigts.
b. Revascularisation par micropontages.
c. Sutures périneurales de l'arborescence terminale du nerf collatéral.
d, e. Résultat à 6 mois.

C'est une rééducation fatigante, car elle demande une grande concentration, aussi doit-elle être réalisée durant 10 minutes mais plusieurs fois par jour, dans un environnement calme et agréable.

En absence de sensibilité (S0) dans la zone autonome du nerf, la rééducation post-opératoire débute après la phase d'immobilisation rendue nécessaire par les lésions associées tendineuses et osseuses. C'est une phase où il n'y a pas de récupération sur le plan nerveux. La rééducation a pour but d'entretenir les articulations, les muscles, la peau, traiter les cicatrices et l'œdème, afin d'avoir la meilleure fonction possible en accord avec la récupération sensitive. Le kinésithérapeute et l'orthésiste doivent réagir face aux déséquilibres tendineux entraînés par la paralysie en éduquant le patient au port des orthèses [39].

C'est la phase où le thérapeute doit informer le patient que la rééducation va être longue en raison du temps nécessaire à la repousse nerveuse. Il doit aider le patient à prendre conscience de la nature des troubles sensitifs et de leurs conséquences fonctionnelles. Il doit lui expliquer le rôle de la rééducation sensitive afin qu'il participe, motivé, à son traitement. En raison de l'anesthésie, les risques encourus sont les brûlures, les gelures, les coupures qui vont mettre plus de temps à cicatriser.

Cependant, le patient doit continuer à utiliser sa main au niveau des zones sensibles (par exemple, en utilisant les fonctions du nerf cubital si le nerf médian est paralysé), afin que ne s'installe pas une exclusion tant au niveau des préhensions distales qu'au niveau cortical. Il suffit de modifier certains gestes comme la prise interdigitale par rapport à la pince pouce index (médian) ou grossir le manche de certains objets. Il doit compenser par le contrôle de la vue les régions insensibles et être particulièrement attentif aux endroits de pression s'il porte des orthèses.

C'est à ce stade S0 que doit débuter la phase de rééducation de la sensibilité en utilisant la vision, l'audition afin de développer les interactions corticales entre ces sens et le sens du toucher. Ainsi, le cortex moteur peut être activé uniquement en imaginant un mouvement appelé « image motrice ». Le fait de voir toucher sa main par lui-même ou un tiers, immédiatement après la réparation nerveuse, active la zone corticale grâce à l'interaction visiotactile. Ramachandran [68] a montré que cet effet peut être amplifié par la rééducation en miroir. Le miroir est placé perpendiculaire au patient ; la main paralysée est occultée et la main saine qui prend la même position que la main paralysée se réfléchit dans le miroir. La main saine touchée par le kinésithérapeute qui se réfléchit dans le miroir donne l'illusion de toucher la main blessée. Le patient a une perception tactile de la main blessée grâce à la combinaison de l'image en miroir avec le vrai toucher de la main saine.

Lundborg et Rosén [70] ont développé le principe de l'interaction audiotactile en réalisant un gant équipé de microphones fixés à la face dorsale des doigts.

C'est également à ce stade S0 que la rééducation bilatérale doit être instaurée. La main dénervée se trouvera améliorée grâce à la stimulation de la main saine qui va contribuer ainsi à la réorganisation du schéma corporel.

L'acquisition de la sensibilité de protection thermique et douloureuse par les thermorécepteurs et les nocicepteurs au niveau des terminaisons libres cutanées correspond au stade S1. Les unités sensorielles néoformées immatures sont sensibles à la pression et au froid de manière disproportionnée. Le froid peut entraîner une douleur profonde diffuse : dans ce cas, le patient doit apprendre à se protéger du froid.

L'acquisition de la sensibilité douloureuse superficielle entraîne des sensations étranges pouvant être douloureuses, hyperesthésiques en raison des troubles trophiques et vasculaires qui l'accompagnent (vasodilatation et œdème). C'est à ce stade S1 que la rééducation va activer la plasticité cérébrale. Des techniques manuelles et de physiothérapie de « désensitization » sont appliquées directement en regard du territoire concerné ou de façon progressive de la zone saine vers la zone hyperesthésique. Il est indispensable d'habituer le patient au contact cutané : il faut « bombarder » les récepteurs cutanés par des stimulations répétées pour atténuer la sensation douloureuse. Massages, effleurages, tapotements, pétrissages, stimulation dans des bacs remplis de particules de structure différentes sont les exercices les plus pratiqués. Les stimulations vibratoires dont les fréquences varient (Vibralgic) vont contribuer à exciter les différents mécanorécepteurs. Si la douleur domine, il convient de mettre en place une neurostimulation (TENS, pour *transcutaneous electrical nerve stimulation*).

L'apparition d'une sensibilité vibrotactile à une fréquence de 30 Hz/3 V provient de l'activation des corpuscules de Meissner et Pacini et des fibres à adaptation rapide. C'est le stade S2. Ce stade sera développé par l'application de matériaux de différentes structures collés sur un abaisse-langue et appliquée à partir de la zone sensible pour gagner une zone en cours de récupération.

Le retour à une sensibilité discriminative correspond au stade S3, c'est-à-dire à la récupération des fibres à adaptation lente au niveau des disques de Merkel. La discrimination aux deux points (DDP) sera inférieure à 30 mm et va progressivement s'améliorer par des exercices de reconnaissance réalisés les yeux fermés. Le patient doit différencier un toucher fixe d'un toucher mobile et décrire son trajet tout

en localisant la zone testée. Malgré la lassitude que peut ressentir l'opéré, il convient de poursuivre cette rééducation de la sensibilité pour que la discrimination aux deux points soit inférieure à 15 mm. C'est alors une sensibilité de type S3+. S4 correspond à une DDP inférieure à 6 mm. À ce stade, les mécanorécepteurs de Pacini et Merkel sont à nouveau fonctionnels. La dextérité, la vitesse de ramassage et de reconnaissance des petits objets sont développés par le *picking-up test* de Möberg. La récupération de la proprioception dans sa totalité est une exception et les opérés ont du mal, les yeux fermés, à préciser quelle est la position dans l'espace de leur doigt replanté.

On comprend que ce protocole est lourd à la fois pour le patient et pour les rééducateurs ergothérapeutes. Cette rééducation est essentielle pour obtenir un résultat fonctionnel utile ; elle doit se réaliser dans les centres de rééducation dès que la main est mobilisable et avant même que les premiers signes de réinnervation apparaissent.

Résultats

Les résultats des réparations nerveuses doivent être évalués avec rigueur en utilisant des tests reproductibles et des cotations rendant compte de l'utilisation réelle de la main réinnervée.

La cotation de Chanson et Michon [22], réputée comme rigoureuse voire sévère, a le mérite de réunir ces qualités. Mais il est souvent nécessaire d'accumuler de longues séries pour mettre en évidence un facteur étiologique ou le bénéfice d'une avancée technique.

C'est ainsi que les résultats sont dépendants du niveau lésionnel : plus la plaie est proximale, plus le pronostic est médiocre en raison de l'épuisement de la régénération nerveuse. De même un nerf mixte sensitivomoteur donnera des résultats inférieurs à un nerf à fonction unique.

Les lésions par contusions, élongations, avulsions, voire étagées sont d'un pronostic redoutable. Il en est de même lorsqu'à la plaie nerveuse sont associées des lésions osseuses, musculotendineuses et vasculaires.

L'âge est un facteur déterminant, les résultats sont qualifiés d'excellents ou très bons dans 92 % des cas jusqu'à 10 ans, puis très bons et bons jusqu'à 30 ans pour devenir médiocres au-delà de 60 ans.

Un des bénéfices de la réparation en urgence vraie a été obtenu par la réparation systématique des axes vasculaires. Ainsi, lorsqu'il n'y a pas eu de lésion artérielle, la réparation nerveuse procure 76,9 % de bons, très bons, et excellents résultats. S'il y a eu lésion artérielle et que celle-ci, réparée, reste perméable au-delà de 2 ans, les mêmes résultats atteignent le taux de 64,2 %. En revanche, lorsque l'artère n'a pas été réparée ou s'est thrombosée précocement, aucun résultat utile n'a pu être observé [4]. Ces résultats doivent sensibiliser le chirurgien afin qu'il considère les plaies des nerfs comme une véritable urgence compte tenu de la fréquente association à des lésions vasculaires.

Ces résultats de réparation nerveuse par suture microchirurgicale classique effectuée en urgence ont permis de faire passer en 10 ans nos résultats utiles de 37,5 % à 46,4 % alors que, pendant cette même période, les réparations secondaires par greffes fasciculaires ne sont passées que de 23 à 25 % de résultats utiles [4].

L'apport de la technique de De Medinaceli a été évalué cliniquement par Amara [3] et Chardel pour les lésions isolées du nerf cubital au poignet en les comparant à une série identique et donc homogène de lésions réparées par sutures microchirurgicales conventionnelles. La technique de De Medinaceli a apporté 80 % de bons résultats, 10 % de résultats moyens et 10 % d'échecs, alors que par technique conventionnelle les bons résultats se limitaient à 44,4 % et les résultats moyens à 55 %.

La réparation en urgence des nerfs digitaux et collatéraux a indiscutablement progressé aussi bien par suture directe avec manchonnage veineux que par greffe courte, en rappelant que cette dernière donne des résultats supérieurs aux neurotubes.

Références

[1] AlbertE. Einige operationen am nerven. Wien Med Press ; 1885 : 1285.

[2] Alligand-Perrin P, Rabarin F, Jeudy J, et al. Vein conduit associated with microsurgical suture for complete collateral digital nerve severance. Orthop Traumatol Surg Res 2011 ; 97(4 Suppl).

[3] Amara B. Réparation des plaies des nerfs médian et ulnaire selon la technique de De Medinaceli. Justification expérimentale et étude d'une série clinique. Thèse Méd Clermont-Ferrand I ; 1995.

[4] Amend P. Réparation microchirurgicale des nerfs périphériques. À propos de 100 cas de plaies du nerf médian et du nerf cubital revus après un délai supérieur à deux ans et demi. Thèse Méd Nancy ; 1982.

[5] Archibald SJ, Krarup C, Shefner J, et al. A collagen-based nerve guide conduit for peripheral nerve repair : an electrophysiological study of nerve regeneration in rodents and nonhuman primates. J Comp Neurol 1991 ; 306(4) : 685–96.

[6] Archibald SJ, Shefner J, Krarup C, et al. Monkey median nerve repaired by nerve graft or collagen nerve guide tube. J Neurosci 1995 ; 15(5 Pt 2) : 4109–23.

[7] Artiaco S, Tos P, Conforti LG, et al. Termino-lateral nerve suture in lesions of the digital nerves : clinical experience and literature review. J Hand Surg Eur Vol 2010 ; 35(2) : 109–14.

[8] Becker C, Guenning C, Graff G. Réparation du nerf périphérique : intérêt des colles biologiques et de la suture épipérineurale dans les interventions tardives. Étude expérimentale chez le rat. Ann Chir Main 1985 ; 4(3) : 259–62.
[9] Berger A, Lassner F, Schaller E. Die Dellon-Rohrchen bei Verletzungen peripherer Nerven. Handchir Mikrochir Plast Chir 1994 ; 26(1) : 44–7.
[10] Bernstein DT1, Hamilton KL, Foy C, et al. Comparison of magnification in primary digital nerve repair : literature review, survey of practice trends, and assessment of 90 cadaveric repairs. J Hand Surg Am 2013 ; 38(11) : 2144–50.
[11] Bonnel F. Configuration interne histo-physiologique du plexus brachial. Rev Chir Orthop 1977 ; 63 : 35–8.
[12] Bonnel F. Histologie structure of the ulnar nerve in the hand. J Hand Surg 1985 ; 10A(2) : 264–9.
[13] Bora FW. Peripheral nerve repair in cats. The fascicular stitch. J Bone Joint Surg 1967 ; 49A : 659–66.
[14] Bora F, Pleasure D, Didizian NA. A study of nerve regeneration and neuroma formation after nerve suture by various technique. J Hand Surg 1976 ; 1 : 138–43.
[15] Bourrel P. Sections nerveuses traumatiques sans paralysie motrice de la main. Ann Chir 1974 ; 28 : 831–4.
[16] Bourrel P, Ferro RM, Lortihoir JM. Résultats cliniques comparés des sutures nerveuses « mixtes » épipérineurales et des sutures névrilemnatiques. À propos d'une série de 109 cas de plaies des nerfs de la main. Sem Hôp Paris 1981 ; 47–48 : 2015–23.
[17] Brooks DN, Weber RV, Chao JD, et al. Processed nerve allografts for peripheral nerve reconstruction : a multicenter study of utilization and outcomes in sensory, mixed, and motor nerve reconstructions. Microsurgery 2012 ; 32(1) : 1–14.
[18] Bunnell S. Hand Surgery : the surgery of nerves of the upper extremity. In : Instruct Lect Acad Ortho Surg, editors ; 1956. p. 10–1109. Edwards Bros.
[19] Bushnell BD, McWilliams AD, Whitener GB, et al. Early clinical experience with collagen nerve tubes in digital nerve repair. J Hand Surg Am 2008 ; 33(7) : 1081–7.
[20] Cabaud HE, Rodkey WG, McCaroll HR, et al. Epineurial and perineurial fascicular nerve repair : A critical comparison. J Hand Surg 1976 ; 1 : 131–7.
[21] Calcagnotto GN, Braga Silva J. La réparation de pertes de substance des nerfs digitaux avec la technique de la greffe veineuse plus interposition de tissu nerveux. Étude prospective et randomisée. Chir Main 2006 ; 25(3–4) : 126–30.
[22] Chanson L, Michon J, Merle M, et al. Étude des résultats de la réparation de 85 nerfs dont 49 gros nerfs. Rev Chir Orthop 1977 ; 63(suppl n° 11) : 153–60.
[23] Chevrollier J, Pedeutour B, Dap F, et al. Greffes nerveuses en urgence des pertes de substance des nerfs digitaux palmaires : une étude rétrospective monocentrique. Rev Chir Orthop 2014 ; 100(6) : 446–51.
[24] Chiu DT, Janecka I, Krizek TJ, et al. Autogenous vein graft as a conduit for nerve regeneration. Surgery 1982 ; 91(2) : 226–33.
[25] Chiu DT, Strauch B. A prospective clinical evaluation of autogenous vein grafts used as a nerve conduit for distal sensory nerve defects of 3 cm or less. Plast Reconstr Surg 1990 ; 86(5) : 928–34.
[26] Cho MS, Rinker BD, Weber RV, et al. Functional outcome following nerve repair in the upper extremity using processed nerve allograft. J Hand Surg Am 2012 ; 37(11) : 2340–9.
[27] Dellon AL. Kallman, CH Evaluation of functional sensation in the hand. J Hand Surg 1983 ; 8 : 865–70.
[28] Dellon AL, Mackinnon SE. An alternative to the classical nerve graft for the management of the short nerve gap. Plast Reconstr Surg 1988 ; 82(5) : 849–56.
[29] De Medinaceli L, Wyatt RJ, Freed WJ. Peripheral nerve reconnection : Mechanical, thermal and ionic conditions that promote the return of function. Exp Neurol 1983 ; 81 : 469–88.
[30] De Medinaceli L, Church AC. Peripheral nerve reconnection : inhibition of early degenerative processes through the use of a novel fluid medium. Exp Neurol 1984 ; 84 : 396–408.
[31] De Medinaceli L, Seaber AV. Experimental nerve reconnection : importance of initial repair. Microsurgery 1989 ; 10 : 56–70.
[32] De Medinaceli L, Prayon M, Merle M. Percentage of nerve injuries in which primary repair can be achieved by end to end approximation : review of 2181 nerve lesions. Microsurgery 1993 ; 14 : 244–6.
[33] De Medinaceli L. Cell Surgery to repair divided nerves. In : vol. 1. Paris : Casis-CID ; 1994. p. 330.
[34] Desbonnet P. Les réparations nerveuses tronculaires au membre supérieur. Thèse Méd Montpellier ; 1984.
[35] Ducker TB, Hayes GJ. Peripheral nerve injuries. A comparative study of the anatomical and functional results following primary nerve repair in chimpanzees. Military Med 1968 ; 133 : 298–302.
[36] Gosset J. Remarques sur le traitement des plaies fraîches des nerfs. Rev Prat 1965 ; 15 : 399–408.
[37] Grabb WE. Median and ulnar nerve suture ; an experimental study comparing primary and secondary repair in monkeys. J Bone Joint Surg 1968 ; 50A : 964–72.
[38] Holst HI. Primary peripheral nerve repair in the hand and upper extremity. J Trauma 1975 ; 15 : 909–11.
[39] Isel M, Merle M. Orthèses de la main et du poignet. Elsevier Masson : Protocoles de rééducation. Issy-les-Moulineaux ; 2012.
[40] Jabaley M, Wallace W, Heckler F. Internal topography of major nerves of the forearm and hand. J Hand Surg 1980 ; 5 : 1–18.
[41] Khouri RK, Chiu DT, Feinberg J, et al. Effects of neurite-promoting factors on rat sciatic nerve regeneration. Microsurgery 1989 ; 10(3) : 206–9.
[42] Kline DG, Hackett ER, Leblanc HJ. The value of primary repair of bluntly transected nerve injuries, physiological documentation. Surg Forum 1974 ; 25 : 436–8.
[43] Krarup C, Archibald SJ, Madison RD. Factors that influence peripheral nerve regeneration : an electrophysiological study of the monkey median nerve. Ann Neurol 2002 ; 51(1) : 69–81.
[44] Kurze T. Microtechniques and neurological surgery. Clin Neurosurg 1964 ; 22 : 128.
[45] Langley JN, Hashimoto M. On the suture of separate nerve bundles in a nerve trunk and on internal nerve plexus. J Physiol 1917 ; 51 : 318–46.
[46] Lin MY, Manzano G, Gupta R. Nerve allografts and conduits in peripheral nerve repair. Hand Clin 2013 ; 29(3) : 331–48.
[47] Lohmeyer JA, Siemers F, Machens HG, et al. The clinical use of artificial nerve conduits for digital nerve repair : a prospective cohort study and literature review. J Reconstr Microsurg 2009 ; 25(1) : 55–61.
[48] Lundborg G. The intrinsec vascularization of human peripheral nerves ; structural and functional aspects. J Hand Surg 1979 ; 4 : 34–41.
[49] Lundborg G, Rosén B, Abrahamson SO, et al. Tubular repair of the median nerve in the human forearm. Preliminary findings. J. J Hand Surg [Br] 1994 ; 19(3) : 273–6.
[50] Lundborg G, Rosén B. Sensory relearning after nerve repair. Lancet 2001 ; 358(9284) : 809–10.

[51] Lundborg G, Rosén B, Dahlin L, et al. Tubular repair of the median or ulnar nerve in the human forearm : a 5-year follow-up. J Hand Surg [Br] 2004; 29(2) : 100–7.

[52] Mackinnon SE, Dellon AL. Clinical nerve reconstruction with a bioabsorbable polyglycolic acid tube. Plast Reconstr Surg 1990; 85(3) : 419–24.

[53] Mackinnon SE, Doolabh VB, Novak CB, et al. Clinical outcome following nerve allograft transplantation. Plast Reconstr Surg 2001; 107(6) : 1419–29.

[54] Merle M, Foucher G, Michon J. La réparation en urgence des nerfs périphériques. In : Michon J, Möberg E, editors. Les Lésions traumatiques des nerfs périphériques. Paris : Expansion scientifique française; 1979. p. 135–8.

[55] Merle M, Amend P, Foucher G, et al. Plaidoyer pour la réparation primaire microchirurgicale des lésions des nerfs périphériques. Étude comparative de 150 lésions du nerf médian et du nerf cubital avec un recul supérieur à deux ans. Chirurgie 1984; 110 : 761–71.

[56] Merle M, Dellon AL, Campbell JN, et al. Complications from silicon plolymer intubations of nerves. Microsurgery 1999; 10 : 130–3.

[57] Merle M, Lallemand B, Lim A, et al. Experimental and clinical evaluation of an absorbable biomaterial inducing an anti-adhesive barrier (Divide®). Eur J Orthop Surg Traumatol 2008; 18(4) : 255–63.

[58] Meyer VE, Smahel J. The surgical art-surface of peripheral nerves. Int J Microsurg 1981; 2 : 187.

[59] Michon J, Masse P. Le moment optimum de la suture nerveuse dans les plaies du membre supérieur. Rev Chir Orthop 1964; 50 : 205–12.

[60] Michon J. Les techniques modernes de réparation des nerfs périphériques. In : Les lésions traumatiques des nerfs périphériques, editors. Monographie du GEM. Paris : Expansion scientifique française; 1979.

[61] Millesi H, Gangelberger J, Berger A. Erfahrungen mit der Mikrochirurgie peripherer Nerven. Chir Plast Reconstr 1967; 3 : 47.

[62] Millesi H. Zum Problem der Uberbrückung von Defekten peripherer Nerven. Wien Med Wochr 1968; 118 : 182–7.

[63] Millesi H, Meissi G, Berger A. The interfascicular nerve grafting of the median and ulnar nerves. J Bone Joint Surg 1972; 54A : 727–50.

[64] Möberg E. Objective methods for determining the functional value of sensibility in the hand. J Bone Joint Surg Br 1958; 40(3) : 454–76.

[65] O'Brien. Microvascular Reconstructive Surgery. Edinburgh : Churchill Livingstone; 1977.

[66] Prabhakaran MP, Venugopal JR, Chyan TT, et al. Electrospun biocomposite nanofibrous scaffolds for neural tissue engineering. Tissue Eng Part A 2008; 14(11) : 1787–97.

[67] Raimbeau G, Payet E, Jeudy J, Cesrai B, Rabarin F, Saint Cast Y. Manchonnage veineux des sutures microchirurgicales des nerfs collatéraux palmaires. E-Mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, séance du 22 octobre 2014.

[68] Ramachandran VS, Hirstein W. The perception of phantom limbs. The DO Hebb Lecture Brain 1998; 121 : 1603–30.

[69] Restrepo Y, Merle M, Petry D, et al. Empty perineural tube graft used to repair a digital nerve : a first case report. Microsurgery 1975; 6 : 73–7.

[70] Rosén B, Lundborg G. Enhanced sensory recovery after median nerve using cortical audio-tactile interaction. A randomised multicentre study. J Hand Surg Eur Vol 2007; 32(1) : 31–7.

[71] Saint Venant A. Mémoire sur la torsion des prismes. Mém Acad Sci (Paris) 1856; 14 : 233–560.

[72] Smahel J, Jentsch B. Stimulation of peripheral nerve regeneration by an isolated nerve segment. Ann Plast Surg 1986; 16(6) : 494–501.

[73] Smith JW. Microsurgery of peripheral nerves. Plast Reconstr Surg 1964; 33 : 317–29.

[74] Sunderland S. Nerves and nerve injuries. Edinburgh : Churchill Livingstone; 1978.

[75] Tang JB, Gu YQ, Song YS. Repair of digital nerve defect with autogenous vein graft during flexor tendon surgery in zone 2. J Hand Surg [Br] 1993; 18(4) : 449–53.

[76] Taras JS, Jacoby SM. Repair of lacerated peripheral nerves with nerve conduits. Tech Hand Up Extrem Surg 2008; 12(2) : 100–6.

[77] Taras JS, Nanavati V, Steelman P. Nerve conduits. J Hand Ther 2005; 18(2) : 191–7.

[78] Taras JS, Jacoby SM, Lincoski CJ. Reconstruction of digital nerves with collagen conduits. J Hand Surg Am 2011; 36(9) : 1441–6.

[79] Taras JS, Amin N, Patel N, et al. Allograft reconstruction for digital nerve loss. J Hand Surg Am 2013; 38(10) : 1965–71.

[80] Thomsen L, Bellemere P, Loubersac T, et al. Treatment by collagen conduit of painful post-traumatic neuroma of the sensitive digital nerve : a retrospective study of 10 cases. Chir Main 2010; 29(4) : 255–62.

[81] Tsuge K, Ikuta Y, Sakave M. A new technique for nerve suture : The anchoring funicular suture. Plast Reconstr Surg 1975; 56 : 496–500.

[82] Tupper J. Fascicular nerve repair. Lecture held at symposium, San Francisco. In : Jewett DL, Mac Caroll Jr, HR. editors. Nerve repair and regeneration. Its clinical and experimental Basis. Mosby : St. Louis; 1980. p. 320–8.

[83] Van Beek A, Glover JL, Zook I. Primary versus delayed primary neurorraphy, in rat sciatic nerve. J Surg Res 1975; 18 : 335–9.

[84] Viterbo F, Trindade JC, Hoshino K, et al. Latero-terminal neurorrhaphy without removal of the epineural sheath. Experimental study in rats. Rev Paul Med 1992; 110(6) : 267–75.

[85] Voche P1, Ouattara D. End-to-side neurorrhaphy for defects of palmar sensory digital nerves. Br J Plast Surg 2005; 58(2) : 239–44.

[86] Wangensteen KJ, Kalliainen LK. Collagen tube conduits in peripheral nerve repair : a retrospective analysis. Hand (NY) 2010; 5(3) : 273–7.

[87] Wilgis EFS, Murphy R. The significance of longitudinal excursion in peripheral nerves. Hand Clin 1987; 2 : 761–6.

[88] Wynn-Parry CB. Rehabilitation of the Hand. London : Butterworths; 1981.

[89] Winn-Parry CB. Peripheral nerve injuries : sensation. J Bone Joint Surg Br 1986; 68 : 15–9.

Chapitre 15

Replantations digitales

G. Dautel, Ph. Voche

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Komatsu et Tamai réalisent en 1965 la première replantation couronnée de succès d'un pouce complètement sectionné [26]. Depuis cette date, le domaine des replantations digitales a considérablement évolué. Sur le plan matériel les progrès ont été flagrants concernant les fils de suture, les instruments de microchirurgie et le microscope opératoire. Dans le même temps, chaque équipe se destinant à ce type de chirurgie s'est astreinte à un entraînement spécifique au laboratoire. Cette amélioration conjointe du matériel et de l'entrainement des chirurgiens pratiquant ces replantations a conduit à une progression constante des taux de succès. Plus tard avec la pratique régulière de ces replantations, il est devenu possible de distinguer les succès « vasculaires » se traduisant par la survie à long terme du doigt replanté des succès fonctionnels [46, 47]. Une replantation digitale n'est désormais légitime que si elle a des chances d'aboutir à un résultat fonctionnel utile, fruit d'une technique appropriée mais aussi d'une indication bien pesée.

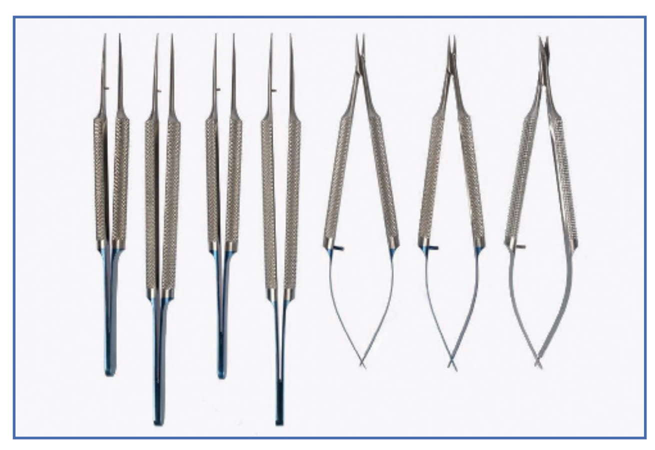


Figure 15.1
Instruments de microchirurgie en titane Biover®.
Les pinces sont de deux longueurs différentes en fonction de la profondeur du champ opératoire. Le jeu de pinces équipé de micro-griffes est dédié à la microchirurgie nerveuse en tissu cicatriciel.
Le porte aiguille est droit ou courbe, les ciseaux sont courbes. Le corps rond de 10 mm de diamètre rend la préhension confortable et facilite une gestuelle très précise par rotation dans la pince pollici-digitale.

Matériel

La pratique des replantations digitales nécessite une instrumentation adaptée. Seuls seront détaillés ici les instruments dévolus au temps microchirurgical proprement dit.

Instruments de microchirurgie vasculaire et nerveuse

Le plateau minimum comporte un porte-aiguille, une paire de microfiseaux, un jeu de pinces fines. Tous ces instruments sont « courts »; le temps microchirurgical se pratiquant en surface, il est inutile de s'encombrer d'instruments à manche long. Nous avons adopté pour l'ensemble de ces instruments un dessin « ergonomique » qui se traduit essentiellement au niveau du manche par une forme cylindrique autorisant une prise « crayon ». Ce type de prise facilite les mouvements de rotation axiale de l'instrument, nécessaires pour guider correctement l'aiguille à travers la paroi vasculaire (figure 15.1).

Le porte-aiguille est à mors courbe, forme qui nous semble la plus adaptée pour un guidage facile de l'aiguille, lorsqu'elle est combinée à la prise « crayon » et aux mouvements de rotation axiale déjà mentionnés.

Les microfiseaux sont également courbes. Une seule paire de cet instrument est suffisante et servira conjointement au temps de dissection préliminaire et aux gestes de recoupe ou d'adventicectomie sur les vaisseaux.

Les pinces à disséquer : deux pinces à disséquer fines sans griffe sont suffisantes et serviront à manipuler nerfs et vaisseaux lors du temps de réparation. (La pince à griffe servant essentiellement aux prises épineurales lors de la manipulation de gros troncs nerveux.)

Aiguilles et fil de suture

Trois calibres de fils suffisent pour faire face à toutes les situations de replantation digitale (9/0, 10/0 et 11/0). Très schématiquement, la réparation d'une artère collatérale palmaire à la base du doigt s'effectue en utilisant un fil de calibre 9/0; le 10/0 sera utilisé au voisinage de l'IPP. Toutes les replantations très distales feront appel à un fil 11/0. La section de l'aiguille est triangulaire afin de faciliter son positionnement entre les mors du porte-aiguille. Il s'agit d'aiguilles « 3/8^{e} de cercle », morphologie idéale pour la réparation de petits vaisseaux.

Le fil 11/0 est utilisé monté sur deux tailles d'aiguilles distinctes (50 microns et 70 microns). Lorsqu'on atteint les limites techniques de réalisation de ces replantations, c'est-à-dire lors de replantations trans-unguéales, c'est ce fil monté sur une aiguille de 50 microns, qui est dévolu à la réparation des veines palmaires et pulpaires qui se distinguent par l'extrême finesse de leur paroi, ainsi qu'à celle de l'artère centrale de la pulpe lors des replantations très distales.

Nous utilisons exclusivement un fil monobrin synthétique de couleur noire non résorbable. Sa couleur facilite son identification et son caractère non résorbable n'a aucun effet néfaste à long terme.

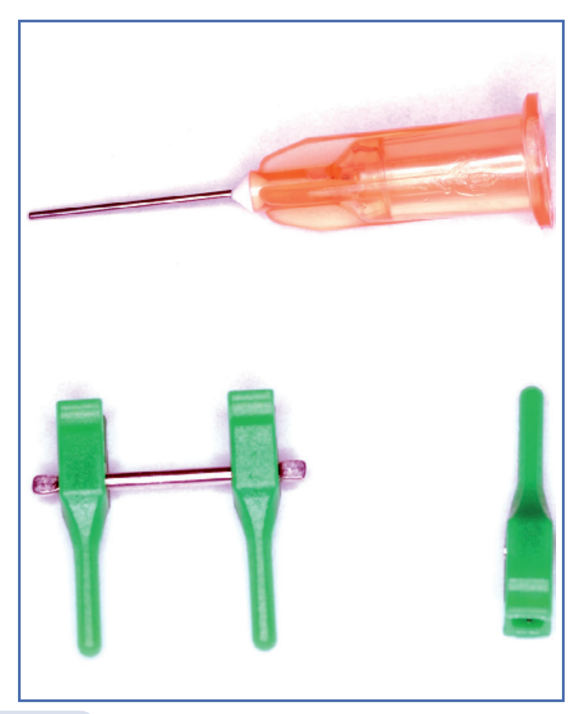


Figure 15.2

Accessoire pour la microchirurgie vasculaire : aiguille mousse d'irrigation et clamps vasculaires « Biover® » à usage unique.
L'aiguille est utilisée pour le rinçage endoluminal des vaisseaux. Les clamps vasculaires à usage unique sont disponibles en trois dimensions, dans leurs deux versions (clamps simples et doubles) et selon deux pressions de serrage (pression normale ou basse pression adaptée à la réparation veineuse).

Figure 15.3

Installation de l'opérateur.
La stabilisation des deux mains de l'opérateur est assurée par un champ opératoire blanc qui permet également de retrouver aisément les fils de suture.

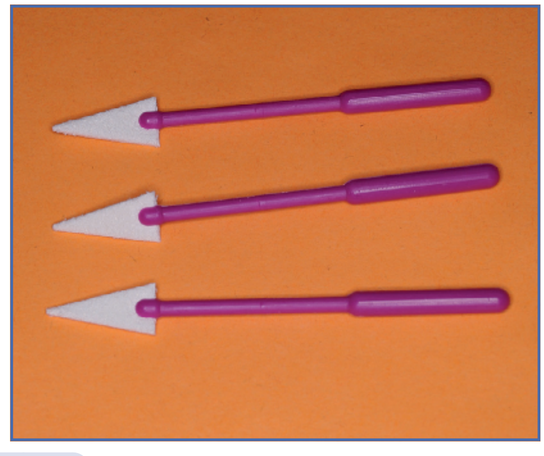


Figure 15.4

Microtampons pour la microchirurgie qui permettent l'asséchement du champ opératoire sous microscope.

« Accessoires »

À côté des instruments et fils de suture, plusieurs accessoires sont destinés à faciliter le confort de ce temps microchirurgical(figure 15.2).

Un fond de couleur est régulièrement utilisé au cours du temps vasculaire. Il s'agit d'un rectangle, d'un matériau synthétique; taillé à la demande, il est glissé sous le vaisseau ou le nerf à réparer. Ses fonctions sont multiples : il isole et définit le champ microchirurgicalet va faciliter la saisie du fil en évitant son « collage » aux tissus de voisinage. Choisi de couleur bleue, il facilite la vision par le contraste obtenu avec les structures à réparer.

Un champ blanc (figure 15.3) permet à l'opérateur d'appuyer le bord cubital de ses deux paumes obtenant la stabilité nécessaire à ce temps microchirurgical. Il doit être en textile pour la souplesse de l'appui et sa couleur blanche va faciliter le repérage des fils de suture qui seront posés à sa surface, en attente.

Des aiguilles « mousses » à usage unique sont désormais disponibles et vont être utilisées pour laver la lumière des vaisseaux à réparer. Elles sont montées sur une « poire » contenant la solution diluée d'héparine. Il est possible de plier ces aiguilles à 60° entre le pouce et l'index, sans en obstruer la lumière. On obtient ainsi l'instrument ergonomiquement le mieux adapté : lorsque la poire est saisie entre le pouce et l'index de l'opérateur, l'aiguille se trouve tout naturellement orientée dans l'axe du vaisseau.

Des microtampons sont également fort utiles (figure 15.4). Même si les temps essentiels de cette chirurgie se pratiquent sous garrot, le champ opératoire est parfois inondé, sous l'effet d'un suintement sanguin de voisinage ou du liquide de lavage. L'usage d'une aspiration étant à proscrire formellement, ces microtampons, de forme triangulaire et de faible encombrement, remplacent avantageusement l'usage d'une compresse.

Les Microclamps (figure 15.2) : leur usage est loin d'être systématique. L'exiguïté du champ opératoire lors de certaines

replantations distales interdit parfois l'usage de ces clamps pourtant miniaturisés. Nous avons uniformément adopté l'usage des clamps Biover® dits de « Tamai » à usage unique. Ils sont disponibles en trois tailles distinctes, chaque taille correspond à une pression standardisée d'occlusion. Dans le domaine précis des replantations digitales, seul le plus petit de ces clamps est utilisé. Il est disponible en version simple ou double. Dans cette dernière configuration, une barre de glissement relie les deux clamps et va permettre les mouvements d'approximation des deux vaisseaux à réparer. L'usage d'une pince à disséquer sans griffe suffit à la manipulation de ces clamps et les mouvements d'approximation sont obtenus par l'usage d'une pince type « hémostat » sans griffe. Le matériau plastique qui les compose évite tout phénomène de réfraction. Enfin leur poids très léger, joint à leur faible pression de fermeture, les rend atraumatiques et particulièrement adaptés à ce domaine des replantations digitales. Désormais des clamps basse pression dédiés à l'occlusion et la réparation veineuse sont aussi disponibles.

Microscope opératoire

Certaines de ses caractéristiques sont à même d'autoriser le temps microchirurgicalde ces replantations dans des conditions optimales (figure 15.5).

L'instrument dispose de deux optiques face-à-face, permettant à l'opérateur et à son aide de travailler dans les mêmes conditions.

Les deux systèmes optiques permettent à l'opérateur et son aide de se faire face, de part et d'autre de la table à bras.

Un système de poignée et un bras support articulé doivent autoriser l'opérateur à positionner le microscope à volonté et avec précision.

Figure 15.5

Microscope opératoire.

La commande au pied du zoom et de la mise au point est souhaitable. Elle permet lors de la réparation des petits vaisseaux d'effectuer le passage de l'aiguille sous un fort grossissement, puis de revenir à un grossissement moindre pour la réalisation du nœud, plus facile sous un champ plus large, sans interrompre le déroulement du geste chirurgical ni quitter le champ des yeux.

Les poignées de « pilotage » du microscope doivent pouvoir être aseptisées avant toute intervention, autorisant l'opérateur à positionner lui-même l'optique à l'endroit idéal.

Conditions d'acheminement

S'il faut parfois tenter une replantation alors même que le conditionnement du fragment amputé a été défectueux, il est aussi souvent possible de donner d'utiles conseils avant un transfert provenant d'un autre centre chirurgical.

Asepsie

Aucun temps précieux ne doit être perdu pour tenter d'obtenir un nettoyage optimum du fragment avant l'acheminement. Un simple rinçage au sérum physiologique suffit. Toute solution antiseptique, *a fortiori* tout colorant est à proscrire. D'utiles conseils peuvent également être donnés concernant le conditionnement du moignon. Le saignement doit être maîtrisé par un simple pansement compressif. Pour ces amputations digitales, un garrot n'est jamais nécessaire. *A fortiori* la ligature chirurgicale des axes artériels responsables du saignement est néfaste. Elle n'est jamais indispensable pour arrêter l'hémorragie et elle conduira, lors du temps chirurgical de replantation, à une résection supplémentaire sur la paroi vasculaire.

Conditionnement

Le fragment amputé est placé dans une enveloppe étanche quelle qu'elle soit : sac plastique, flacon à prélèvement… Cette enveloppe est à son tour environnée de glaçons. L'immersion dans un liquide glacé, le contact direct avec la glace sont à proscrire.

Tolérance à l'ischémie

L'absence de tissu musculaire squelettique au niveau des doigts est probablement un des facteurs expliquant leur bonne tolérance à l'ischémie [22, 29].

Au-delà de quelques heures en ischémie dite « chaude » (c'est-à-dire à température ambiante) l'involution fibreuse des muscles striés est systématique. En ce qui concerne les

amputations digitales, en l'absence de tout conditionnement : il est souhaitable de réaliser la replantation avant la 6e heure d'ischémie. Lorsque le conditionnement a été correctement réalisé, la période d'ischémie froide peut être prolongée sans compromettre la replantation. Des succès sont rapportés après des périodes d'ischémie froides de l'ordre de 24 heures [23]. Soulignons que le refroidissement est actuellement la seule méthode efficace et utilisable en pratique pour accroître la tolérance à l'ischémie.

Équipe chirurgicale et préparation à l'intervention

Équipe chirurgicale

Une équipe unique suffit à faire face à la majorité des situations rencontrées en pratique. Pendant que débute le conditionnement du patient, le chirurgien et son aide peuvent débuter la préparation du segment amputé. Il nous semble en effet souhaitable que le même chirurgien effectue la préparation du doigt et du moignon. Il disposera ainsi de tous les éléments pour définir la meilleure stratégie possible. Seuls les cas exceptionnels d'amputations multidigitales bilatérales requièrent deux équipes distinctes travaillant simultanément. Il va sans dire qu'un entraînement approfondi au laboratoire est le préalable indispensable à toute chirurgie de replantation…

Anesthésie

La grande majorité des amputations digitales conduisent à une intervention menée sous bloc axillaire (voir chapitre 1), l'anesthésie générale étant réservée aux très jeunes enfants, et aux échecs d'anesthésie locorégionale. Lorsque l'amputation digitale concerne un jeune enfant, et qu'une anesthésie générale est la seule possibilité, la tolérance à l'ischémie peut permettre de différer de quelques heures l'intervention lorsque le patient n'est pas à jeun.

Techniques microchirurgicales adaptées aux replantations digitales

La réalisation d'une replantation digitale nécessite la maîtrise parfaite des techniques usuelles de microanastomoses vasculaires et nerveuses, techniques dont l'apprentissage s'effectue, répétons-le, au laboratoire.

Notre propos n'est pas de fournir ici un catalogue exhaustif de ces techniques disponibles ailleurs [32, 33] mais simplement d'illustrer celles que nous avons adoptées et qui sont d'usage quotidien.

La stabilisation des deux mains de l'opérateur est assurée par un champ opératoire blanc qui permet également de retrouver aisément les fils de suture.

Microsuture terminoterminale artérielle

Chaque extrémité artérielle est repérée puis disséquée. La manipulation du vaisseau s'effectue en utilisant les pinces fines sans griffe et en s'aidant de prises adventitielles. Lorsqu'une longueur suffisante du vaisseau est obtenue de part et d'autre, celui-ci est mis sur clamp. Il est préférable d'user du clamp de Tamai double petit modèle à son déploiement maximal sans avoir recours à l'effet de rapprochement pour « affronter » le vaisseau à réparer. On disposera ainsi, entre chaque mors du clamp, d'une longueur plus importante de vaisseau, ce qui en facilitera la manipulation. La recoupe de l'artère est effectuée aux microfiseaux, perpendiculairement à l'axe du vaisseau. En cas d'amputation par section simple, ce parage se contente d'éliminer la paroi contuse du vaisseau. Nous verrons en traitant des avulsions digitales l'importance d'une appréciation judicieuse de ce niveau de coupe.

Au terme de cette installation, un discret diastasis doit persister entre chacune des extrémités à réparer. Ce diastasis permettra de mieux juger de la tension à donner lors du serrage des noeuds et il facilite la visualisation permanente à la lumière (figure 15.6a).

Adventicectomie

Elle fait suite à ce temps d'installation sur clamp. Elle est réalisée aux microfiseaux. Une pince sans griffe saisit l'adventice à proximité de la tranche de section et réalise une traction douce dans l'axe du vaisseau (figure 15.6b). Une section nette est alors effectuée, perpendiculairement à l'axe de vaisseau. On laisse alors l'adventice se rétracter librement. Ce simple geste permet de réaliser en un temps unique une adventicectomie circonférentielle.

Dilatation-lavage

Le temps d'adventicectomie a parfois suffi à obtenir une béance de la lumière du vaisseau. Dans certains cas, toutefois, celui-ci reste collabé sous l'effet de la composante d'écrasement qu'a inévitablement comporté le temps de

recoupe. Le vaisseau apparait plat, sa lumière est virtuelle et linéaire. L'usage de deux pinces fines sans griffe permet en exerçant une traction «équatoriale» de restaurer la béance luminale. On peut alors introduire un puis deux des mors d'une pince à disséquer sans griffe pour provoquer une dilatation douce et progressive (figures 15.6d et 15.6e).

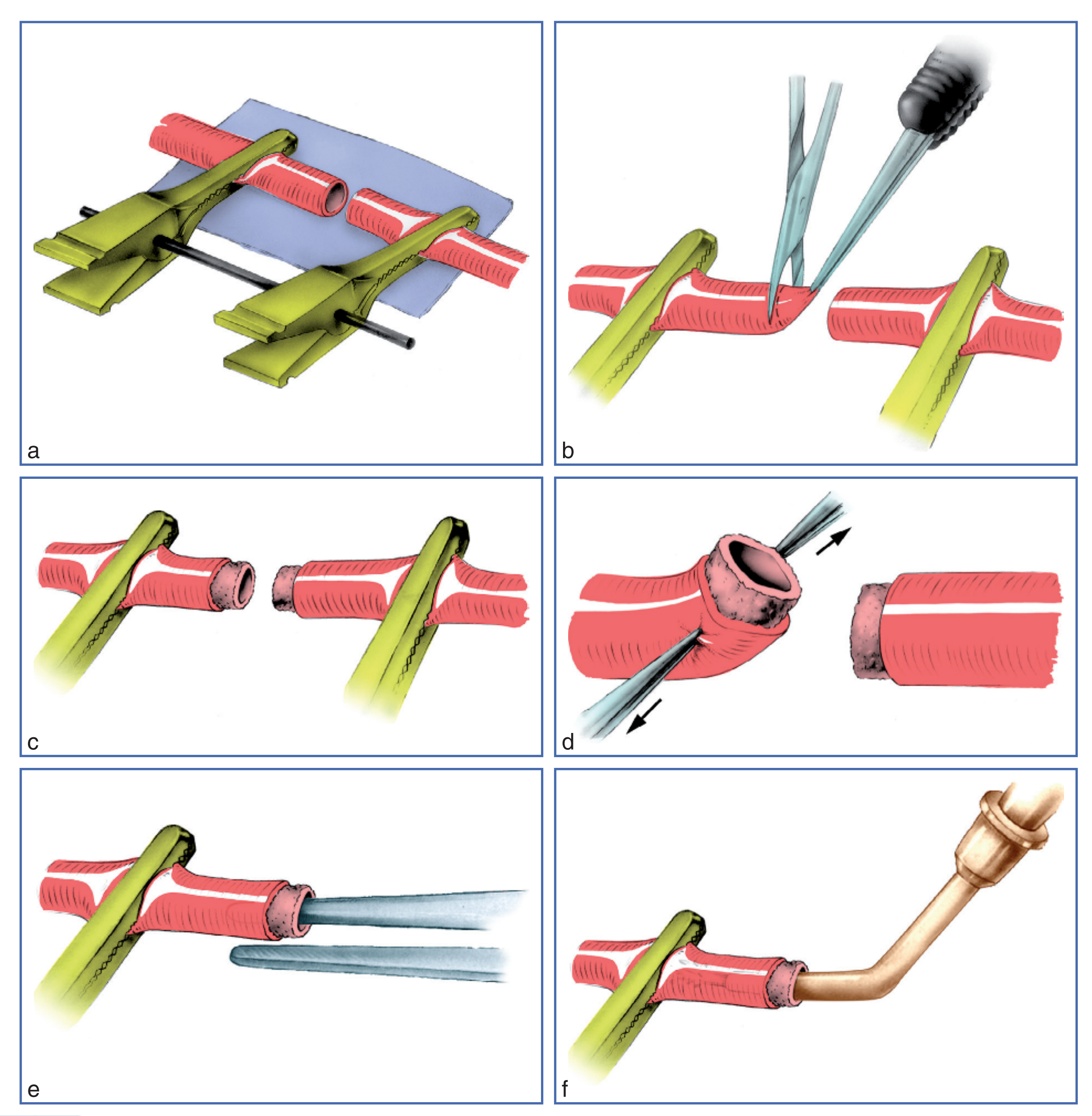


Figure 15.6

Réalisation d'une anastomose terminoterminale.

a. Installation du vaisseau sur le microflamp double de Tamai-Biovev®. Une distance «X» doit persister entre les deux extrémités vasculaires pour faciliter le passage des points.

b. Adventicectomie.

c. Aspect au terme de l'installation et de l'adventicectomie.

d. Traction «équatoriale» pour obtenir la béance luminale.

e. Dilatation utilisant la pince à disséquer sans griffe.

f. Lavage au sérum hépariné de la lumière vasculaire.

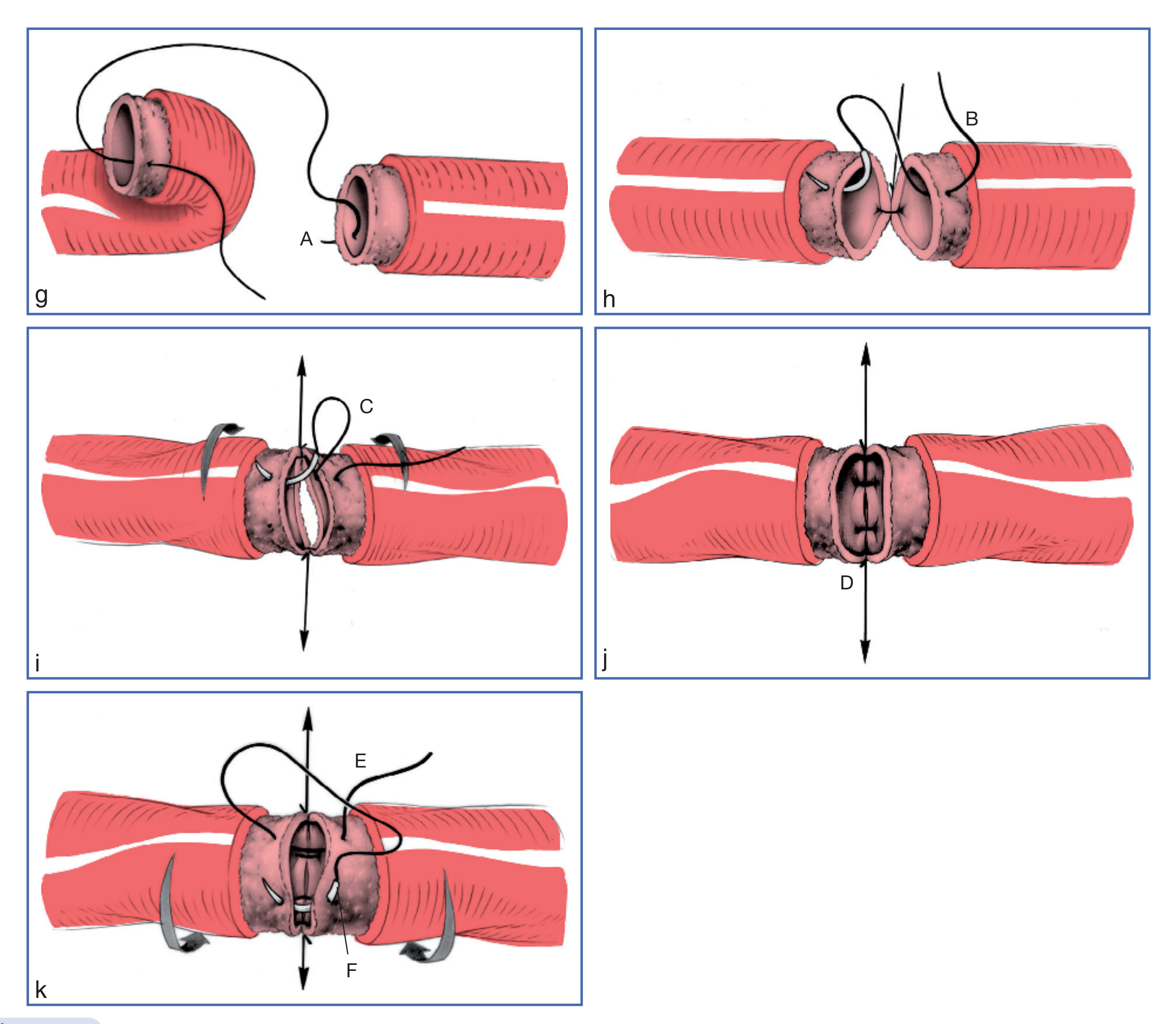


Figure 15.6

Suite.
g. Passage du premier point équatorial à « 6 heures » (A).
h. Passage du deuxième point antérieur à « 0 heure » (B).
i. Complément de suture antérieure. La traction sur les fils guides a et b expose l'hémi-circonférence antérieure. Les points de suture C et D sont mis en place.
j. Inversion du sens de traction des fils pour exposer.
k. L'hémi-circonférence postérieure. Passage des deux points E et F. L'aiguille est mise en place pour la réalisation du point F avant de réaliser le nœud du point E.

La lumière du vaisseau est alors abondamment rincée au sérum hépariné (figure 15.6f).

Suture proprement dite

La replantation digitale est confrontée à des vaisseaux de faible calibre (jusqu'à 0,3 à 0,4 mm de diamètre pour les replantations les plus distales). Compte tenu de la petite taille de ces vaisseaux, la répartition des points revêt une importance cruciale. En outre, l'exiguïté du champ opératoire et la fragilité des vaisseaux peuvent interdire les manœuvres de retournement du clamp ou proscrire son usage. Nous avons donc adopté une technique, utilisable à tous les « étages » des replantations digitales, susceptible de s'adapter à l'usage ou non d'un clamp, facilitant la répartition des points et limitant les manœuvres de torsion axiale du vaisseau qu'entraîne le retournement du clamp.

L'éversion du vaisseau va autoriser la mise en place d'un premier point postérieur à « 6 heures » (figure 15.6 g). Celui-ci est noué, un des brins étant gardé long ; le second point est un point antérieur placé à « 0 heure » symétrique du précédent. Il est facile, lorsque l'aiguille tend la paroi vasculaire avant de la traverser, de s'assurer que chacune des deux hémi-circonférences est mise en tension de manière symétrique et synchrone, gage du bon positionnement de ce deuxième point. Si cela n'est pas le cas, il faut reconsidérer la position de ce deuxième point, là encore l'un des chefs est gardé long, destiné à devenir un fil tracteur (figure 15.6 h).

Une fois placés ces deux points équatoriaux, les deux hémi-circonférences latérales vont être tour à tour suturées. Sans retournement du clamp un mouvement de torsion axiale dans un secteur angulaire limité à 90° va suffire à exposer successivement chacune des deux hémi-circonférences (figure 15.6i). Opérateur et aide se saisissent chacun de l'un des fils tracteurs, la traction obtenue fait pivoter le vaisseau et crée une tension qui déploie la paroi et facilite le placement des points suivants. Cette torsion axiale du vaisseau n'est possible que si l'on dispose entre les mors du clamp d'une longueur de vaisseau suffisante. C'est là l'intérêt d'une utilisation du microflamp à son déploiement maximum. Deux points supplémentaires sur chacune des deux hémi-circonférences, c'est-à-dire un total de six points suffisent en général pour une artère collatérale. Une fois placés ces deux premiers points « latéraux », opérateur et aide échangent leur fil tracteur, l'autre hémi-circonférence latérale est ainsi exposée. Il est alors simple, par l'inspection de la lumière de s'assurer qu'aucun des deux points précédents n'est transfixiant. On répète ensuite l'opération précédente pour terminer la suture (figure 15.6j).

Seuls ces deux derniers points ne pourront être directement contrôlés puisqu'ils vont occlure définitivement la lumière du vaisseau. Lors du passage du cinquième point, la béance luminale résiduelle autorise encore l'introduction d'une pince à disséquer à mors fin dans la lumière. Le cinquième point est alors passé entre le mors de cette pince, évitant toute prise de la paroi postérieure. Ceci ne sera plus possible pour la réalisation du 6[e] et dernier point. Aussi lorsqu'il s'agit d'un très petit vaisseau usons-nous d'un artifice destiné à prévenir le risque de prise « transfixiante » : après passage du point n° 5, celui-ci n'est pas noué, l'opérateur tracte sur le fil jusqu'à ne laisser subsister qu'un chef de longueur suffisante à la réalisation du nœud. L'aiguille transfixie alors à nouveau les deux parois vasculaires, en lieu et place du point n° 6, en toute sécurité cette fois puisque la lumière est encore béante. Elle est abandonnée provisoirement dans cette situation, fichée dans les deux parois vasculaires, pour effectuer le point n° 5. Une fois sectionnés les deux chefs de ce point, le nœud n° 6 peut alors être terminé (figure 15.6 k).

Suture terminolatérale

Dans ce cadre des replantations, les seules sutures terminolatérales seront réalisées lors de l'utilisation d'un long pontage destiné à la revascularisation du pouce, branché en terminolatéral sur l'artère radiale au sommet du premier espace interosseux. Notre technique habituelle consiste en une suture pas à pas, fermant d'abord la paroi postérieure de l'anastomose. L'avantage est un contrôle possible de la lumière jusqu'à la mise en place du dernier point (figure 15.7).

Microsuture terminoterminale veineuse

Les principes énoncés plus haut peuvent s'appliquer sans modification à la réalisation d'une Microsuture veineuse. La difficulté tient ici à la flaccidité de la paroi qui rend difficile l'identification de la lumière. Il est parfois plus aisé, en particulier pour la réparation des veines de très petit calibre, de travailler en « immersion » dans un bain de sérum hépariné. La répartition des points revêt ici encore une importance cruciale.

Réparation nerveuse

Les techniques de réparation nerveuse sont détaillées au chapitre 14. Leur réalisation technique ne revêt aucune particularité dans le domaine des replantations. Toutefois, nous verrons que l'utilisation judicieuse du « capital tissulaire » peut conduire à la réalisation de sutures « croisées », de greffes nerveuses en « doigt-banque », etc.

Préparation à la replantation

Le premier des temps préliminaires consiste à peser le bien-fondé de l'indication d'une replantation. C'est à ce moment également que l'interrogatoire recueille des éléments pronostics susceptibles d'influer sur la nature du geste chirurgical. Outre le délai écoulé depuis l'accident, renseignant sur la durée d'ischémie chaude ou froide, il est essentiel de préciser le mécanisme lésionnel.

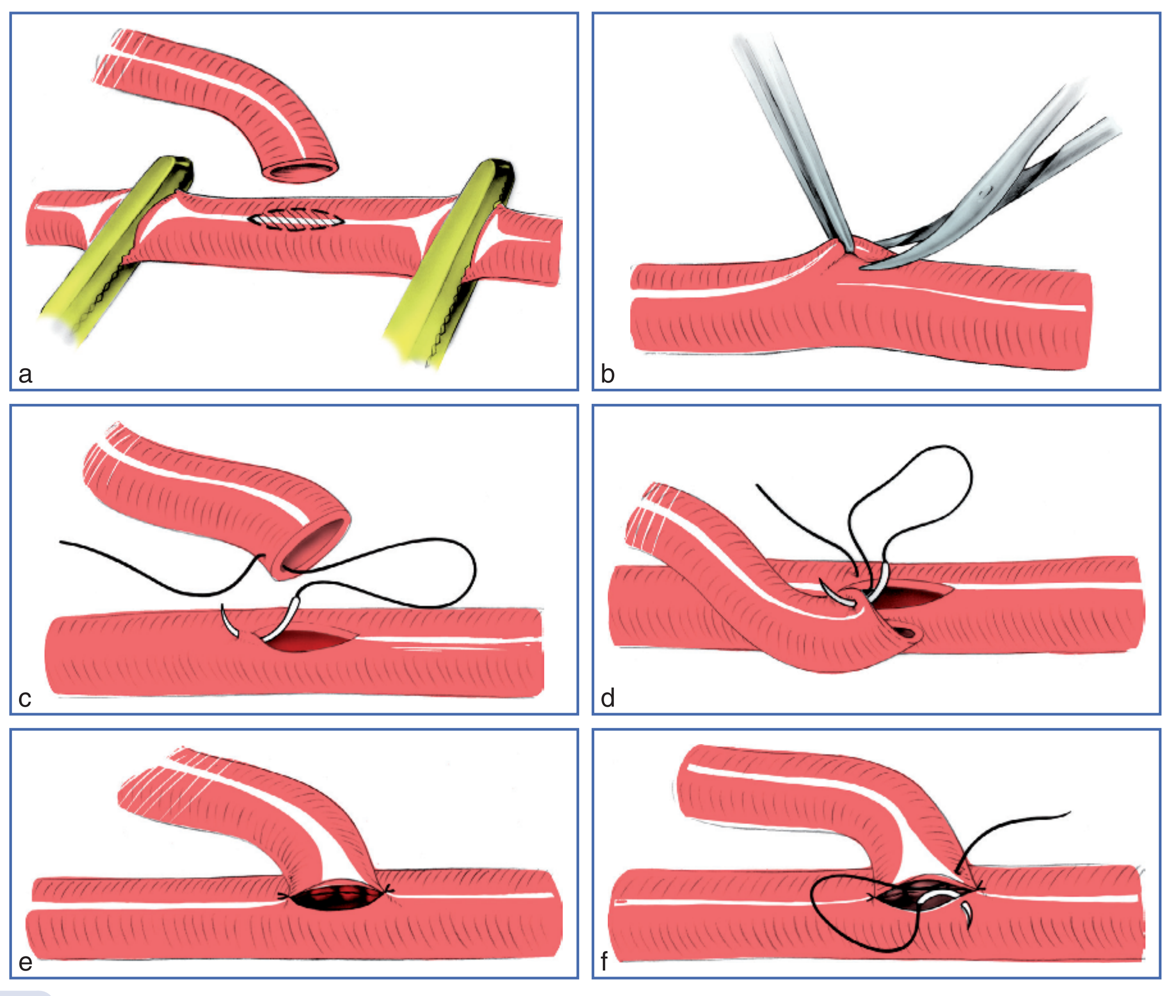


Figure 15.7

Réalisation d'une anastomose terminolatérale.
a. Le vaisseau receveur est clampé. La place de la fenêtre est déterminée.
b. Réalisation de la découpe pariétale sur le vaisseau receveur.
c. Passage du premier point d'angle.
d. Début de l'hémi-suture postérieure.
e. Fin de l'hémi-suture postérieure.
f. Réalisation de l'hémi-suture antérieure.

Mécanisme lésionnel

Sections nettes

Les sections nettes qu'occasionnent massicots et cisailles industrielles sont les plus favorables des mécanismes d'amputations. Ils sont aussi les moins souvent rencontrés dans notre pratique. La replantation sera possible sans raccourcissement osseux, ni recours à des pontages. Dans les sections très distales de ce type, une récupération fonctionnelle excellente peut être attendue en cas de succès vasculaire, en particulier chez l'enfant qui se distingue de l'adulte par la qualité du résultat sensitif obtenu.

Des outils moins tranchants occasionnent des amputations comportant une composante d'attrition tissulaire et d'écrasement. La replantation comportera souvent un raccourcissement osseux et éventuellement le recours à des pontages.

Amputations par presse industrielle

Elles occasionnent des lésions de crush sur toute l'étendue du doigt. Il existe souvent une comminution squelettique étendue, les téguments sont « lie de vin », siège d'ecchymoses sous-épidermiques. Aucune replantation n'est possible dans ce contexte.

Avulsion

Lorsque l'amputation procède d'une traction violente dans l'axe du doigt, on parle d'amputation par avulsion. Le « doigt d'alliance » ou *ring-finger* en est l'exemple type, mais certaines machines industrielles occasionnent des lésions similaires en l'absence de toute bague ou anneau. Le bilan lésionnel est stéréotypé : les tendons se rompent, souvent à l'avant-bras à la jonction tendon-corps charnu. La continuité squelettique est interrompue à un niveau variable mais souvent distal par rapport à la plaie cutanée. Il existe donc une composante de « dégantage » entraînant une avulsion partielle ou totale du fourreau cutané digital. La chaîne articulaire, dénudée, paraît intacte, même si la partie distale de la tubérosité phalangienne reste solidaire de la peau avulsée. Le pronostic de ces amputations par avulsion est péjoratif. Les lésions étendues des vaisseaux obligent à de longs pontages, la dévascularisation est source de raideurs alors même que le squelette semblait intact.

« Doigt de portière »

Il s'agit d'un mécanisme d'amputation par écrasement, surtout rencontré chez l'enfant, occasionnant une section distale, le plus souvent au-delà de l'interphalangienne distale. En dépit du mécanisme, la replantation microchirurgicale est souvent possible.

Préparation chirurgicale de l'extrémité distale

Elle peut débuter avant même l'installation du patient en salle d'opération, mettant à profit le temps d'installation du bloc axillaire. Le brossage chirurgical utilise une brosse douce et un antiseptique non colorant, il est suivi d'un rinçage abondant au sérum physiologique. La table d'instruments destinée à l'intervention proprement dite est installée et va autoriser la préparation du segment à replanter, au besoin avant l'entrée du patient en salle (figure 15.8).

Cette préparation s'effectue sous loupes binoculaires. Elle fait gagner un temps précieux en particulier lors de replantations digitales multiples. Le parage cutané est effectué à ce stade, en revanche il est souvent judicieux de reporter le temps de parage osseux, ainsi que la préparation de l'ostéosynthèse à un temps ultérieur, lorsque le fragment amputé aura pu être confronté au moignon proximal. L'extension de ce parage, l'importance du raccourcissement et la stratégie d'ostéosynthèse sont souvent définis après avoir confronté les deux extrémités squelettiques. Le repérage pédiculaire est en revanche effectué dès ce stade. Un abord, le plus souvent dorsolatéral, va permettre d'inciser le fascia digital et d'exposer les pédicules. La rétraction des valves cutanées est pérennisée par des fils de suture noués sur la peau. Ainsi les éléments pédiculaires disséqués resteront exposés et pourront être protégés en particulier lors du temps d'ostéosynthèse. Il est possible d'améliorer encore ce repérage en utilisant les moyens suivants : le nerf peut être coloré au bleu de méthylène, l'artère repérée par un microflip placé sur l'extrémité distale contuse et vouée à la résection. Ces artifices s'avéreront utiles lorsqu'en cas d'amputations multiples des lâchers de garrot itératifs seront nécessaires. Si artère et nerf du pédicule collatéral palmaire sont repérés au cours de ce temps de dissection, en revanche leur préparation proprement dite en vue de la réparation est reportée au temps ultérieur qui s'effectuera sous microscope après ostéosynthèse. Le repérage et la dissection des veines dorsales ne sont pas systématiquement effectués à ce stade. Si le repérage des veines dorsales sur P1 en cas d'amputation proximale ne pose pas de problème particulier, en revanche le repérage de ces mêmes veines dorsales sur P2 voire à hauteur de l'IPD est difficile voire impossible sur un doigt exsangue ; on risque, en disséquant à « l'aveugle », de

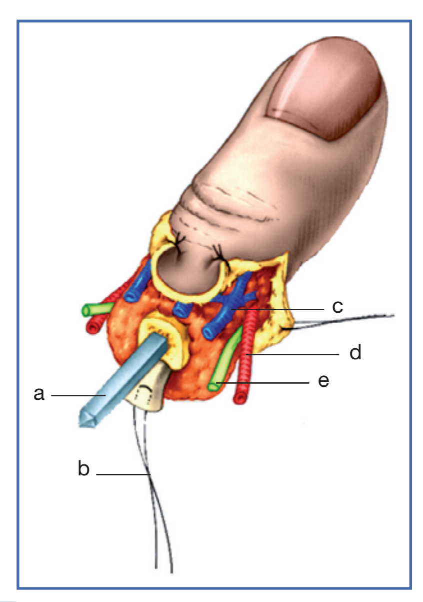


Figure 15.8

Préparation d'un doigt en vue d'une replantation.
a. Bilboquet centromédullaire.
b. Tendon fléchisseur.
c. Réseau veineux superficiel.
d. Artère collatérale palmaire.
e. Nerf collatéral palmaire.

compromettre l'intégrité de la ou des veines qui seraient utilisables. Mieux vaut alors reporter ce temps de dissection à la fin de la séquence de replantation, une fois la revascularisation effectuée. Un lâcher du garrot autorisera un remplissage des veines de retour facilitant dissection et choix de la veine à réparer. Il est possible, dès ce stade de la préparation, de mettre en place le fil centro tendineux qui servira à la réparation du tendon fléchisseur. Au terme de ce conditionnement du fragment à replanter, le retour à des conditions d'ischémie froide est parfois souhaitable, en particulier si plusieurs doigts sont à replanter laissant augurer d'une période d'attente prolongée. Une cupule stérile est remplie de glaçons, couverte d'un gant chirurgical éversé, qui va recevoir le fragment préparé, l'isolant de la glace [17].

Préparation de l'extrémité proximale

Les séquences de la préparation de l'extrémité proximale sont globalement symétriques des précédentes. Un parage cutané est nécessaire ainsi qu'un repérage des éléments pédiculaires par le même type d'abord dorsolatéral.

C'est à ce stade qu'il faut éventuellement aller rechercher dans la gaine digitale un tendon fléchisseur rétracté. Cette même recherche sera moins facile une fois l'ostéosynthèse réalisée.

Étapes techniques d'une replantation en P2

Nous avons choisi comme type de description la plus typique des indications à la replantation après amputation isolée d'un doigt long : l'intégrité de l'IPP laisse augurer d'un résultat fonctionnel satisfaisant, résultat de la conservation de la mobilité de cette articulation.

Raccourcissement osseux

En dehors de certains cas d'amputations parfaitement nettes par massicot ou instruments très tranchants, le raccourcissement du squelette est systématique avant ostéosynthèse il va permettre les sutures vasculaires nerveuses et tendineuses sans tension excessive; il évitera ou minimisera les problèmes de couverture cutanée. Ce temps de raccourcissement peut suffire à éviter le recours à un pontage vasculaire et autoriser une suture directe. Il n'y a pas de règle intangible fixant l'importance de ce raccourcissement. Wood [7] conseille un raccourcissement, adapté à la lésion, de 5 à 10 mm. Ce raccourcissement est effectué à la pince gouge, il porte sur l'une ou l'autre des deux extrémités osseuses. Le choix de l'ostéosynthèse doit être effectué au préalable car à même de guider orientation et étendue du parage osseux.

Même en zone diaphysaire ce raccourcissement a peu de conséquences fonctionnelles. Le doigt replanté disposera d'une mobilité réduite retentissant plus sur la fonction globale que ce discret raccourcissement.

Ostéosynthèse

Toute la gamme des méthodes d'ostéosynthèse miniaturisée et adaptée à la main peut être utilisée en cas de replantation (voir chapitre 7); toutefois la méthode idéale, dans ce cadre particulier, se doit d'être rapide d'exécution, qualité essentielle en cas d'amputations multidigitales. Sa mise en œuvre ne doit nécessiter aucune dissection supplémentaire. Enfin son utilisation doit être guidée par le souci constant de la protection des pédicules vasculaires (figure 15.9).

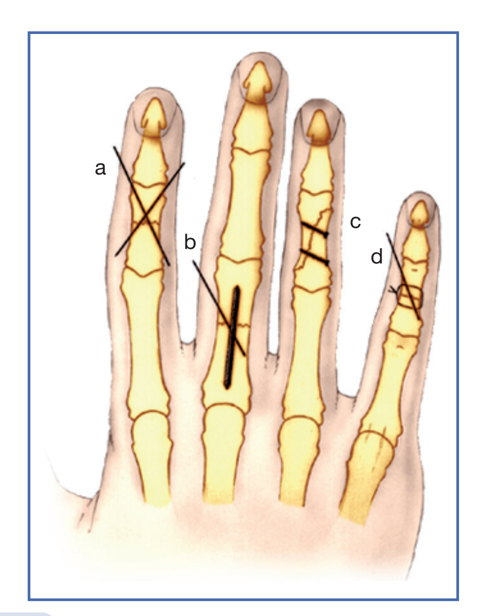


Figure 15.9

Différents types d'ostéosynthèse utilisables.
a. Ostéosynthèse par broche de Kirschner.
b. Ostéosynthèse par bilboquet centromédullaire bloqué.
c. Ostéosynthèse par vis corticale.
d. Ostéosynthèse par combinaison d'un cerclage et d'une broche de Kirschner.

Matériel endomédullaire

L'usage d'un clou ou bilboquet centromédullaire a l'avantage de sa rapidité de mise en œuvre ; la rotation est bloquée par une broche de Kirschner oblique à 45°. Cette méthode ne s'applique qu'aux amputations médiodiaphysaires, c'est-à-dire lorsqu'on dispose, en proximal comme en distal, d'un appui endomédullaire suffisant.

L'ostéosynthèse par broche de Kirschner reste la méthode la plus utilisée en égard à la multiplicité des lésions rencontrées. Dans l'idéal, deux broches en croix suffisent à assurer l'ostéosynthèse.

Lorsqu'une telle ostéosynthèse (par broche de Kirschner) est planifiée, il est préférable d'introduire d'abord les broches au niveau du doigt amputé. À ce stade, le placement des broches, en va-et-vient à travers la tranche de section osseuse, est facile et s'effectue avec toute la précision requise, à distance des trajets pédiculaires.

L'ostéosynthèse par vis ne s'applique qu'aux rares cas d'amputations réalisant un biseau oblique long. Elle utilise le matériel miniaturisé adapté à la main.

L'association broche-cerclage est également un bon moyen d'ostéosynthèse mais le passage du fil d'acier doit être précis afin d'éviter toute erreur de rotation.

L'ostéotomie en chevron de chacune des deux extrémités osseuses, afin de réaliser ensuite une synthèse par vissage ou cerclage est un exercice long et périlleux comportant un difficile réglage de la rotation.

L'utilisation de plaques d'ostéosynthèse a pu être proposée pour ces replantations digitales [35]. Cette pratique nous semble devoir rester marginale car les avantages se limitent à une mobilisation précoce qui est en fait rarement possible compte tenu du contexte.

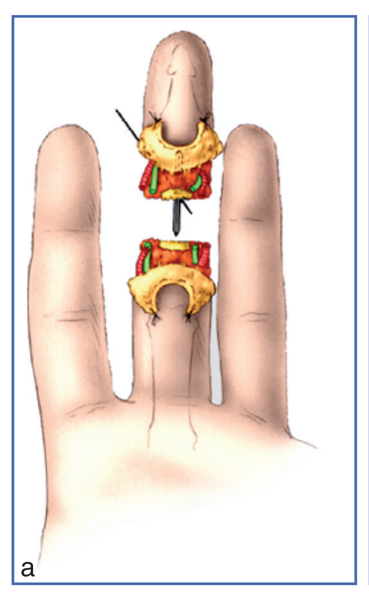
Quel que soit le moyen d'ostéosynthèse utilisé il doit apporter la stabilité qui va permettre la mobilisation passive du doigt au cours des temps successifs de la replantation.

Revascularisation

Si le parage et le raccourcissement osseux suivis de l'ostéosynthèse représentent toujours le premier temps proprement dit d'une replantation, l'ordre des temps suivants peut être variable. Nous avons l'habitude de réaliser la revascularisation puis la réparation nerveuse avant de réparer les tendons fléchisseurs. Cette séquence à l'avantage de permettre une installation facile du doigt pour le temps microchirurgical. En l'absence de toute résistance exercée par le tendon fléchisseur, l'installation en extension des métacarpophalangiennes et des interphalangiennes est facile sans aucune contrainte. C'est dans cette position d'extension que doivent être définies les longueurs optima d'éventuels pontages vasculaires ou greffes nerveuses (figure 15.10).

Nombre d'artères à réparer

En cas d'amputation par section franche, lorsque des anastomoses terminoterminales directes pourront être effectuées, les deux artères seront successivement réparées, le taux de succès de ces replantations semblant être influencé



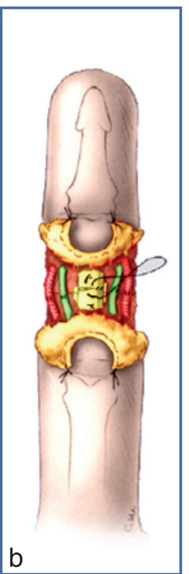


Figure 15.10

Différents temps palmaires de la replantation.
a. Ostéosynthèse.
b. Réparation des éléments vasculaires et nerveux palmaires, puis du tendon fléchisseur.
c. Réparation de l'appareil extenseur, puis du réseau veineux dorsal superficiel.

par le nombre d'artères anastomosées [42]. En cas de perte de substance bilatérale sur les deux axes collatéraux palmaires un pontage unique sera réalisé. Le choix du côté pour le pontage dépend avant tout des conditions locales : le pontage le plus court sur l'artère de plus gros calibre représente la solution idéale. Statistiquement c'est du côté ulnaire qu'est retrouvée l'artère dominante au niveau du pouce, de l'index et du troisième doigt. L'artère collatérale radiale est dominante pour le quatrième et le cinquième doigt [28].

Préparation des vaisseaux, niveau de recoupe

En dehors du contexte particulier de l'avulsion, la recoupe artérielle se contente d'éliminer l'extrémité contuse du vaisseau et réalise une coupe perpendiculaire à l'axe du vaisseau propice à l'anastomose. Cette recoupe doit s'effectuer par étapes successives jusqu'à se situer en zone parfaitement saine. Après adventicectomie on procède au rinçage du vaisseau au sérum hépariné.

Anastomoses

Au terme des étapes précédentes, le vaisseau à réparer est mis sur clamp et l'anastomose est réalisée selon les séquences décrites précédemment. Au terme de l'anastomose le lâcher du clamp permet souvent de juger de la perméabilité de la suture qui vient d'être réalisée sans qu'il soit nécessaire de lâcher le garrot. Lorsque l'exsanguination a été imparfaite ou lorsque le temps de garrot a été prolongé, le sang présent dans la lumière du vaisseau d'amont reflue librement à travers la zone de suture témoignant de sa perméabilité.

Réparation nerveuse

Les nerfs collatéraux seront réparés à ce stade. Il faut garder en mémoire que la qualité du résultat fonctionnel dépendra pour beaucoup des scores de réinnervation obtenus. Cette réparation sera donc méticuleuse selon les principes énoncés au chapitre 14. En cas de perte de substance, on optera le plus souvent pour une greffe secondaire. Le sacrifice d'un site donneur de greffe nerveuse ne se conçoit pas en urgence, dans le contexte d'une replantation dont le succès à long terme n'est pas assuré. Toutefois, en cas de lésion multidigitale, un doigt amputé qui ne sera pas reposé peut devenir un excellent site donneur de greffes nerveuses, voire de greffes nerveuses vascularisées (figure 15.10).

Réparation des tendons fléchisseurs

La méthode de choix est la technique de Tsuge. Le fil-boucle de Tsuge a été mis en place sur l'extrémité proximale dès le stade de repérage. Lorsque l'amputation passe en plein canal digital, la réparation conjointe des deux tendons superficiels et profonds n'est pas une obligation. Seul le tendon fléchisseur profond sera réparé. Lorsque le parage osseux a créé un raccourcissement notable du doigt replanté, il est nécessaire de recouper en zone saine le tendon fléchisseur. L'instrumentation de Meyer optimise la qualité de cette recoupe (figure 15.10).

Au terme de ces premières étapes, le temps palmaire de la replantation est achevé. La peau sera alors suturée à points lâches pour mettre à l'abri de la dessiccation les structures qui viennent d'être réparées. On change alors d'installation pour débuter le temps dorsal.

Réparation des tendons extenseurs

Pour une amputation au niveau de la phalange moyenne cette réparation concernera chacune des deux bandelettes latérales. Cette réparation utilise des fils en U de PDS. On doit se contenter d'une dissection et d'une exposition minimum afin de ne pas risquer de compromettre le temps suivant de suture veineuse (figure 15.10).

Suture veineuse

Si les veines dorsales ont pu être repérées, il est plus simple de réaliser les anastomoses sous garrot. Dans quelques cas, et en particulier dans les replantations distales, le repérage n'est possible sur le fragment distal qu'au prix d'un lâcher du garrot. Une fois sélectionnées les veines à suturer, la repose du garrot est justifiée, pour faciliter leur suture (figure 15.10).

Lorsque la suture terminoterminale n'est pas réalisable sans tension, le pontage veineux est une nécessité. Il est préférable de suturer deux veines par artère collatérale réparée, mais au-delà de ce quota la multiplication des anastomoses veineuses diminue le débit sanguin à travers chacune d'entre elles, et accroît le risque de thrombose.

Fermeture cutanée et pansement

Une fois réalisée les sutures veineuses, le garrot est lâché, permettant de contrôler la perméabilité des sutures artérielles par la recoloration du doigt replanté et de vérifier les anastomoses veineuses. L'hémostase rigoureuse par coagulation bipolaire doit précéder le temps de fermeture

cutanée. Cette hémostase coagule électivement les veines de retour qui n'ont fait l'objet d'aucune anastomose sur le fragment distal replanté, assurant ainsi le détournement du flux veineux vers les veines réparées.

La fermeture cutanée s'effectue à points séparés lâches et sans tension. L'étanchéité n'est pas recherchée et l'on peut sans risque laisser partiellement ouvertes les incisions médiolatérales utilisées pour l'exposition. Lorsque le parage ou le traumatisme initial a créé une perte de substance cutanée, il faut dès ce stade envisager un artifice de fermeture. Inéluctablement un œdème post-opératoire s'installera dans les heures suivant la replantation, et toute suture « limite » du point de vue de la tension cutanée va rapidement devenir préjudiciable à la perméabilité des vaisseaux réparés. Un pansement gras est appliqué sur le doigt de manière non circonférentielle, recouvert de compresses humides disposées longitudinalement, qui aident au drainage en agissant par capillarité et évitent la macération. Un pansement cotonné est alors appliqué par une bande Velpeau® lâche ; une attelle complète le tout, évitant toute sollicitation intempestive des tendons et vaisseaux réparés. Ce pansement laisse un libre accès à la pulpe du doigt reposé en vue du monitoring post-opératoire.

Replantations particulières

Revascularisations difficiles au cours des replantations

Utilisation des pontages veineux

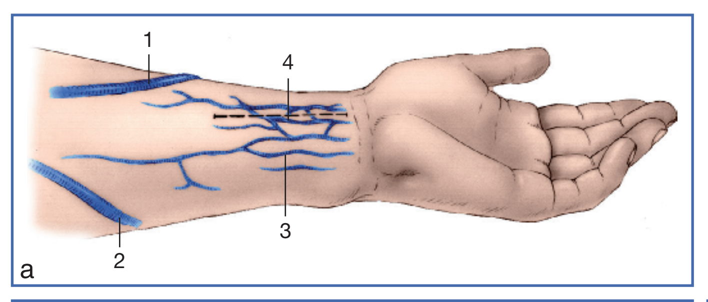
Lorsque la recoupe des extrémités artérielles contuses crée une perte de substance rendant impossible toute suture terminoterminale directe, un pontage est nécessaire. Du point de vue pronostique, le recours à un pontage est préférable à la solution d'une suture artérielle sous tension, ou à une suture s'effectuant en zone contuse, sources de thromboses [20]. Nous avons déjà vu que dans ce cas un axe artériel collatéral unique serait réparé. Les conditions locales dictent le choix du côté à privilégier pour la revascularisation. Il est crucial de réaliser d'emblée le pontage de la longueur optimum. Sous-estimer l'étendue des lésions pariétales conduit à la réalisation d'un pontage trop court qui sera rapidement inefficace, les lésions vasculaires d'amont ou d'aval conduisant à la thrombose. À l'inverse, un pontage délibérément surdimensionné sacrifie sans raison un segment d'artère saine et présente des risques de thrombose inhérents à sa longueur. Au niveau de l'extrémité distale, l'appréciation du niveau de recoupe ne peut résulter que de l'examen du vaisseau sous le microscope. La tranche de section doit être nette, avec une béance luminale et un tonus pariétal normal. Aucune délamination entre les différentes couches pariétales ne doit être présente. Les mêmes critères s'appliquent pour juger du niveau de la recoupe proximale. Toutefois il est possible de s'aider ici d'un test de lâcher du garrot. L'obtention de jets sanguins rigoureux ne s'atténuant pas au fil des pulsations est un critère formel permettant de juger du bon niveau de recoupe. En l'absence de flux, ou si le débit s'atténue immédiatement après quelques pulsations, il faut user de moyens locaux pour lever un spasme éventuel (xylocaïne, sérum chaud, Fonzylane®), éliminer toute cause générale (malade en vasoconstriction, hypothermies, faible tension artérielle) avant de procéder à une recoupe plus proximale.

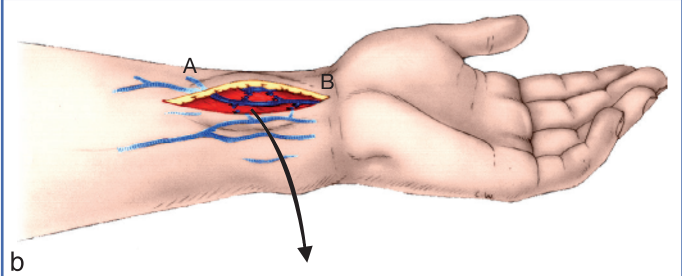
C'est électivement à la face palmaire de l'avant-bras que seront prélevées les veines superficielles nécessaires à la réalisation de ces micropontages (figure 15.11). L'utilisation des veines comitantes d'un axe artériel profond (artère radiale, cubitale) a pu être évoquée [2], l'avantage résidant dans la finesse pariétale de ces veines. Néanmoins, la facilité d'accès et de dissection nous conduit à toujours chercher d'abord une veine superficielle. Toutes les collatérales doivent être clippées ou ligaturées électivement et le greffon inversé avant branchement pour tenir compte des valvules. Le calcul de la longueur du greffon est primordial. Un greffon trop court conduira à des anastomoses sous tension, source de fuites et de thromboses. Un greffon trop long, à l'inverse conduira à un effet « king-king » lors de la mise en charge. Les flexuosités qui apparaissent ainsi sur un greffon trop long lors de la mise en charge sont-elles mêmes source de thromboses à moyen terme.

Une fois prélevés, ces greffons veineux se rétractent considérablement et c'est cette rétraction qui rend difficile l'appréciation exacte de la longueur à donner au pontage. Avec un peu d'habitude, il est possible de couper ces pontages à l'exacte longueur requise en jugeant seulement de leur tension une fois installés sur clamp.

Toutefois, on ne peut que conseiller, au début, de mesurer la longueur du greffon avant sa dissection sur l'avant-bras puis de le redéployer à son exacte longueur sur le site receveur avant de procéder à la recoupe définitive.

Le second problème pratique est l'incongruence de calibre rencontrée lors de l'anastomose qui résulte du retournement de 180° du greffon veineux avant son utilisation. Lors de la réalisation de l'anastomose proximale, il est en général possible de faire disparaître l'incongruence par une dilatation progressive et prudente de la veine. C'est lors de la réalisation de l'anastomose distale que les plus grandes difficultés liées à l'incongruence de calibre sont rencontrées. Lorsqu'un long





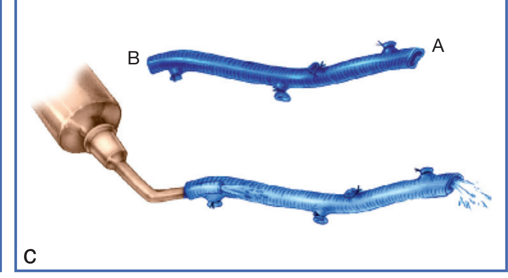


Figure 15.11

Réalisation d'un pontage pour une replantation digitale.
a. Repérage des éléments du système veineux superficiel à l'avant-bras. 1. Veine radiale superficielle. 2. Veine cubitale superficielle. 3. Réseau veineux palmaire superficiel de l'avant-bras. 4. Tracé de l'incision pour le prélèvement du pontage.
b. Incision cutanée et préparation du pontage par ligature des collatérales.
c. Inversion du pontage puis lavage au sérum hépariné pour contrôler l'étanchéité.

pontage est utilisé, avec un branchement distal à hauteur de l'interphalangienne distale, l'artère collatérale palmaire est souvent 1,5 fois à 2 fois plus petite que l'extrémité proximale d'un greffon veineux provenant de l'avant-bras. Nous n'utilisons plus les recoupes obliques de l'extrémité du pontage suivies d'une suture en « sifflet » visant à en réduire le calibre. En revanche, il faut s'abstenir de toute dilatation du pontage avant de débuter l'anastomose et prendre un soin tout particulier pour la répartition des points lors de la suture. Une autre solution consiste, lors du prélèvement à prévoir cette incongruence distale et à repérer une branche collatérale du greffon veineux, d'un calibre plus approprié. C'est alors sur cette collatérale que la suture terminoterminale sera effectuée, la branche principale étant ligaturée.

Lorsque les conditions locales l'exigent, c'est-à-dire lorsque la réparation des vaisseaux a conduit à sélectionner l'extrémité proximale de la collatérale sur un versant du doigt et l'extrémité distale de l'artère collatérale sur l'autre versant, on peut être amené à réaliser un pontage « croisé » (figure 15.12). Le compte rendu opératoire devra mettre en relief cet artifice à garder en mémoire en cas de reprise chirurgicale à distance. Un tel artifice compromet la réalisation ultérieure d'une intervention chirurgicale en zone palmaire. En particulier une ténolyse des tendons fléchisseurs devient particulièrement risquée lorsqu'un tel pontage croisé existe.

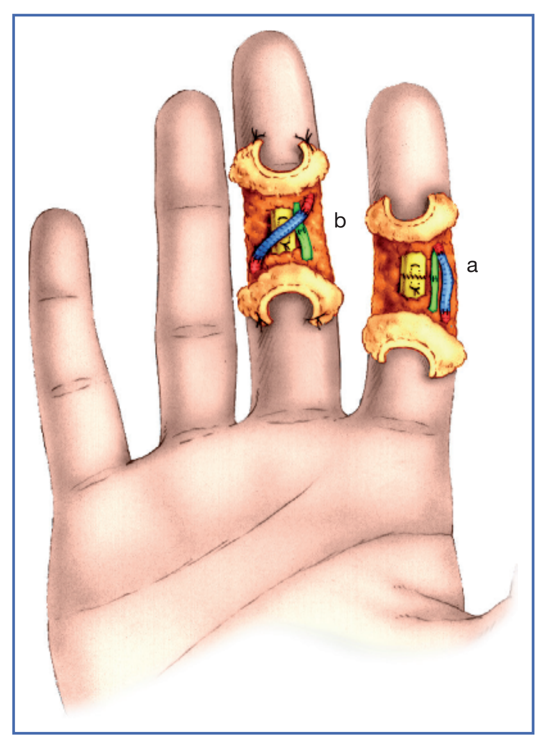


Figure 15.12

Réalisation d'un pontage artériel dans le cadre d'une replantation digitale.
a. Pontage direct.
b. Pontage croisé.

Utilisation de greffons artériels

Devant les difficultés rencontrées lors de l'utilisation de greffons veineux, liées aux problèmes d'incongruence qui viennent d'être mentionnés, certains ont pu proposer l'usage de greffons artériels [3, 36]. Il est ainsi possible de prélever une artère pédieuse au dos du pied, l'artère interosseuse postérieure à l'avant-bras, l'artère circonflexe iliaque superficielle dans la région inguinale. Outre que certains de ces prélèvements sont de morbidité discutable (artère pédieuse), ils imposent parfois une anesthésie générale. Toutes nos replantations se déroulant sous anesthésie locorégionale, nous n'avons jamais recours à ces prélèvements artériels.

Détournement d'artères saines

Le détournement d'une artère saine d'un doigt voisin peut sembler une alternative séduisante lorsqu'on est confronté à la nécessité d'un pontage. On évite une anastomose et la congruence est parfaite. On a pu proposer par exemple le détournement de l'artère collatérale radiale de l'index pour revasculariser un pouce. La morbidité d'un tel prélèvement nous semble inacceptable pour le seul bénéfice d'une replantation dont le succès n'est pas pour autant assuré. Nous ne faisons jamais appel à un tel détournement d'artères saines. En revanche, en application du principe du « doigt-banque » (voir chapitre 17) il est envisageable de détourner un axe artériel provenant d'un doigt voué à l'amputation. Quant au détournement d'axes artériels dorsaux (première ou deuxième artère intermétacarpienne dorsale), il pourrait représenter un compromis acceptable, mais les variations de calibre et de situation de ces artères nous ont dissuadé de les utiliser en première intention.

Replantation en zone articulaire

Si le raccourcissement osseux est sans conséquence fonctionnelle au niveau diaphysaire, pouvant même faciliter les temps vasculaires, nerveux et tendineux, il n'en est pas nécessairement de même lorsque l'amputation se situe en pleine zone articulaire.

Au voisinage de l'interphalangienne distale

Aucune solution prothétique n'est envisageable à hauteur de cette articulation. Lorsque l'amputation a créé d'irrémédiables lésions ostéochondrales de l'interphalangienne distale, on peut procéder d'emblée à une arthrodèse raccourcissante. Réalisée en extension chez la femme pour un résultat esthétique optimum, et à 15° de flexion chez le travailleur manuel, elle n'entraînera qu'un préjudice fonctionnel limité. En aucun cas ce délabrement articulaire n'est une contre-indication à la replantation. Il reste quelques cas où le hasard a fait que l'outil créant l'amputation passe juste dans l'interligne articulaire, ménageant totalement ou presque les surfaces chondrales. Dans ces conditions, une reposition en arthrodèse transitoire pour six semaines peut aboutir à terme à une fonction très satisfaisante voire normale de cette articulation.

Au voisinage de l'interphalangienne proximale

L'amputation isolée d'un doigt long à travers l'interligne articulaire de l'interphalangienne proximale n'est pas une indication de replantation. Lorsque des circonstances particulières conduisent à envisager tout de même cette replantation (puissantes motivations esthétiques, mutilations associées des doigts longs voisins, amputations multidigitales…), deux solutions sont possibles.

La réalisation d'une arthrodèse définitive de l'IPP est un « pis-aller ». Au mieux si la MP et l'IPD sont mobiles on obtiendra un doigt d'appoint capable seulement d'aider au verrouillage de prises digitopalmaires grossières. La mise en place en urgence d'un implant articulaire n'est pas, quant à elle, sans aléa elle n'est concevable que pour un doigt dit « non-bordant » (troisième, quatrième doigt), à condition d'être capable dans le même temps de réparer ou de reconstruire l'appareil capsuloligamentaire. La dernière solution envisageable est celle d'un transfert articulaire vascularisé. Dans le contexte des mutilations polydigitales, la première option est celle d'un transfert selon le principe du « doigt-banque » (voir chapitre 17). En l'absence d'articulation ainsi disponible, il est possible de programmer dès le stade de l'urgence la reconstruction secondaire articulaire par un transfert vascularisé à partir d'orteil (figure 15.13 et volume 2, chapitre 2). Dans l'attente de cette chirurgie secondaire, un brochage en distraction pérennisant le diastasis et conservant la longueur digitale est la solution que nous préconisons. Un tel programme sophistiqué ne se conçoit que pour un doigt "précieux" compte tenu des mutilations associées, et avant de proposer cette option, le bien-fondé de la replantation doit soigneusement être réévalué…

Au voisinage de la MP

Ici encore, il faut souligner que les amputations d'un doigt long, isolé au voisinage de la MP, ne constituent pas une indication *a priori* à une replantation. Si le contexte l'impose (amputations polydigitale à hauteur des MP) la replantation n'a de sens qu'à condition de prévoir la reconstruction articulaire. Plus encore que pour l'IPP, l'arthrodèse MP est

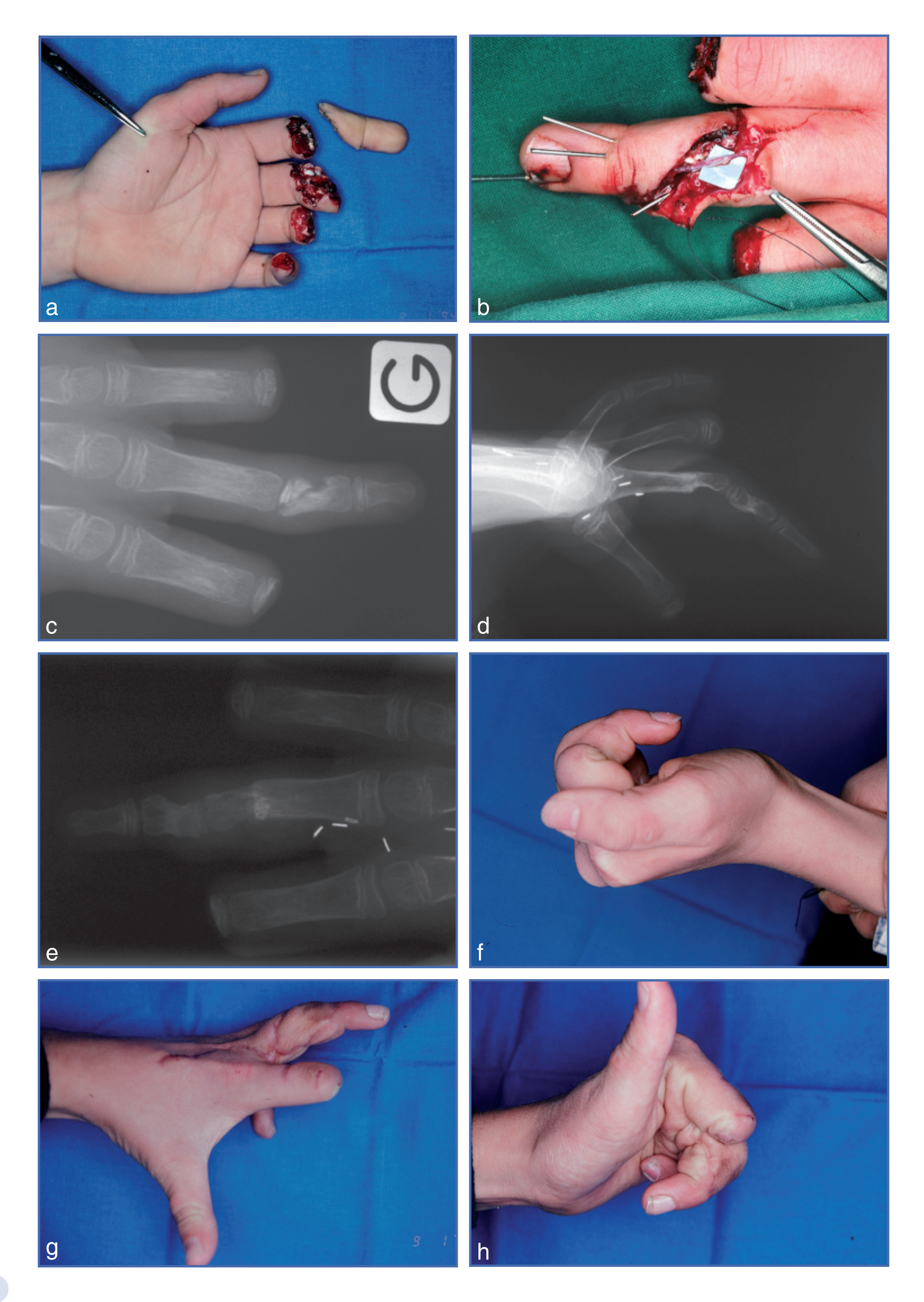


Figure 15.13

Replantation en zone articulaire.

a. Patient de 13 ans, mutilation polydigitale par scie circulaire.
b. Seul le troisième doigt va pouvoir faire l'objet d'une replantation.
c. Aspect radiologique montrant la destruction de l'IPP.
e. Aspect radiologique après transfert articulaire de l'IPP d'un deuxième orteil.
d, f, g, h. Résultat fonctionnel après transfert articulaire vascularisé à partir de l'IPP d'un deuxième orteil. Le caractère polydigital de cette mutilation, la situation « bordante » de ce troisième doigt (amputation associée de l'index) et l'âge du patient justifient le recours à cette technique de sauvetage sophistiquée.

inacceptable sur le plan fonctionnel. Dans ces situations d'exception on peut envisager deux solutions : la mise en place d'un implant (prothèse de type Swanson) en urgence ou une reconstruction différée, soit par implant prothétique, soit par transfert articulaire microvascularisé prélevé sur le pied. Si une reconstruction articulaire différée est planifiée, le maintien de la longueur est assuré en urgence, soit par un brochage pérennisant le diastasis soit par l'usage d'un fixateur externe.

Replantation du pouce

En raison de la prééminence fonctionnelle de ce doigt, toutes les audaces techniques sont autorisées pour parvenir à réaliser la replantation d'un pouce sectionné. En dépit de rapports pessimistes concernant les résultats de ces replantations [8, 18], notre expérience nous a confortés dans l'idée que tout devait être tenté dès le stade de l'urgence pour reconstruire un pouce mutilé.

Installation

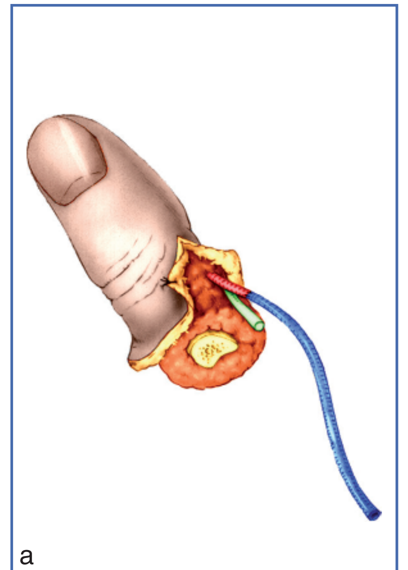
Nous n'avons jamais recours au décubitus ventral qui permet d'exposer facilement la face palmaire du pouce. Le gain en confort pour le chirurgien est évident et le temps palmaire de réparation tendineuse, vasculaire et nerveuse s'en trouve facilité mais l'anesthésie générale est alors nécessaire, ce qui suffit à nous faire rejeter cet artifice. En revanche, cette difficulté d'exposition de la face palmaire du pouce influera sur la technique de revascularisation.

Ostéosynthèse

Le raccourcissement osseux peut être réalisé au niveau du pouce comme au niveau des doigts longs. En cas d'amputation en zone articulaire, la replantation doit être réalisée selon les cas en arthrodèse IP ou MP. Même mobile sur sa seule trapézométacarpienne, le pouce replanté sera encore capable d'un score utile d'opposition. L'arthrodèse MP est licite pour le pouce alors qu'elle était proscrite pour les doigts longs.

Revascularisation

Les difficultés rencontrées lors du temps de revascularisation tiennent aux conditions d'exposition mentionnées et aux particularités anatomiques du pouce. Au-delà de la métacarpophalangienne, l'anatomie vasculaire du pouce est comparable à celle des doigts longs. Mais l'artère *pollicis princeps* qui est la principale source des artères collatérales palmaires est quant à elle sujette à des variations d'origine et de trajet [5]. En cas d'amputation par section nette siégeant au-delà du tiers proximal de P1, la revascularisation peut s'effectuer par suture terminoterminale des artères collatérales palmaires. En cas d'amputation plus proximale, ou lorsque, quel que soit le niveau d'amputation, il existe une composante d'écrasement ou d'avulsion, le recours à un long pontage branché en terminolatéral sur l'artère radiale est la meilleure solution. Cette technique a l'avantage d'autoriser la suture distale entre le pontage et l'artère collatérale ulnaire du pouce, avant même le temps d'ostéosynthèse, dans des conditions idéales d'installation. L'ostéosynthèse est réalisée ensuite en protégeant le greffon veineux, puis le pontage est tunnellisé à la face dorsale de la première commissure. Une anastomose terminolatérale termine le temps de revascularisation. Elle est réalisée entre la radiale et l'extrémité proximale du pontage, au sommet du premier espace interosseux (figure 15.14). Au confort et à la facilité d'anastomose s'ajoute



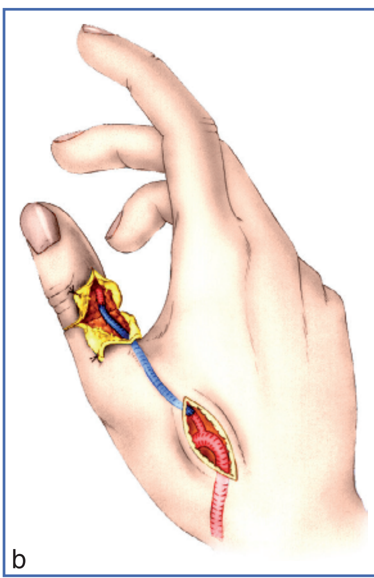


Figure 15.14

Utilisation de pontages vasculaires longs pour revasculariser le pouce.
a. Réalisation première de l'anastomose terminoterminale sur l'artère collatérale ulnaire du pouce avant la replantation.
b. Après ostéosynthèse, introduction du pontage dans le tunnel sous-cutané à la face dorsale de la première commissure et anastomose terminolatérale sur la radiale au sommet du premier espace interosseux.

ici la sécurité apportée par un branchement proximal sur une artère de gros calibre et à fort débit.

Replantations très distales

Les amputations distales, au niveau de l'interphalangienne distale et au-delà sont non seulement les cas les plus fréquemment rencontrés en pratique, mais il s'agit aussi des meilleures indications à une replantation. En effet, si l'on doit se résoudre à une arthrodèse interphalangienne distale, celle-ci est en général bien tolérée sur le plan fonctionnel. Lorsque la section siège au-delà de l'interligne articulaire, on peut légitimement attendre une récupération des amplitudes de l'IPD. Sur le plan sensitif, la distance est courte à franchir entre le front de suture nerveuse et les terminaux sensitifs. Chez l'enfant, il est même possible d'espérer, en l'absence de toute suture nerveuse, un certain degré de neurotisation sensitive du fragment replanté aboutissant à une vraie discrimination. Enfin, sur le plan esthétique, le doigt blessé a tout à gagner de la replantation qui restaure la longueur et conserve l'ongle.

Anatomie appliquée à la réalisation des replantations distales

L'arcade pulpaire représente la plus distale des anastomoses entre les deux artères collatérales palmaires [13] située, à proximité du plan de l'insertion terminale du tendon fléchisseur (figure 15.15). À partir de cette arcade sont issues

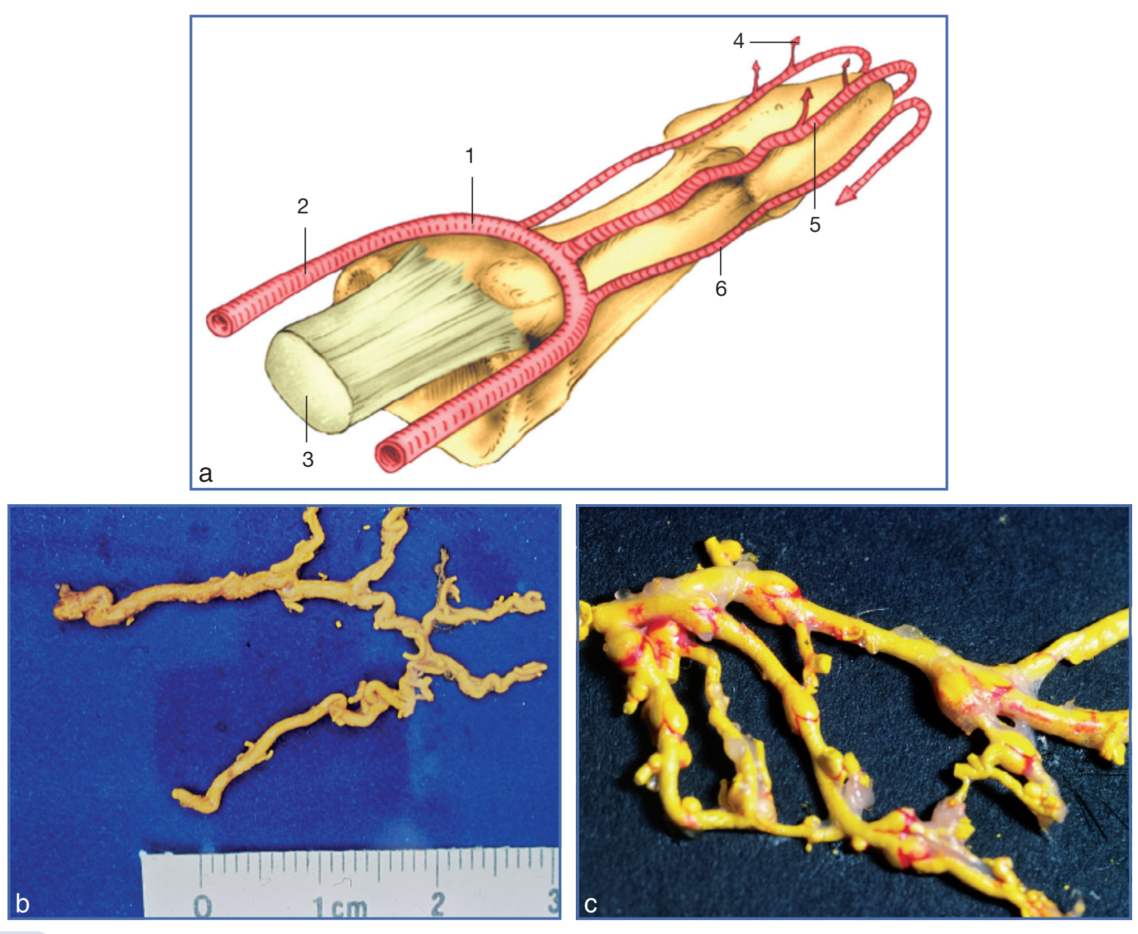


Figure 15.15

Vascularisation artériolaire et veinulaire de la phalange distale.

a. Vascularisation de P3. 1. Arcade anastomotique pulpaire. 2. Artère collatérale palmaire. 3. Tendon fléchisseur. 4. Branche terminale à destinée pulpaire. 5. Artère centrale de la pulpe. 6. Branche collatérale de l'arcade pulpaire.

b. Vue anatomique de l'arcade pulpaire et de ses branches. Le réseau artériel correspondant à l'arcade pulpaire et ses branches ont été injectés avec un latex coloré ; les branches longitudinales de l'arcade pulpaire sont visibles ainsi que les tortuosités sur les rameaux artériels qui seront exploitées lors de la réalisation de replantation distale.

c. Macrophotographie du réseau veinulaire pulpaire. La richesse en microvalvules de ce réseau en fait un système capacitif, contribuant au tonus et à la malléabilité pulpaire. La complexité de ce réseau augmente la difficulté technique des sutures veineuses pulpaires en cas de replantation distale.

des branches terminales à destinée pulpaire. Certaines de ces branches atteignent l'extrémité distale du doigt et contournent le relief de la tubérosité phalangienne pour aller s'anastomoser avec le réseau dorsal. Ces branches terminales sont d'un calibre variant entre 0,3 et 0,7 mm et donc accessibles à une suture microchirurgicale [41].

Compte tenu de cette disposition des artérioles à destinée pulpaire, il n'y a pratiquement pas de limite distale à la réalisation de ces replantations. Elles sont couramment pratiquées jusqu'en zone dite « 2 » (figure 15.16). Certains auteurs rapportent des anastomoses effectuées avec succès dans ce contexte sur des artères de 0,3 mm [27].

La seconde particularité anatomique concernant le réseau artériel est la présence de flexuosités sur le trajet des artérioles dans la région pulpaire. Ces flexuosités sont présentes sur l'artère collatérale palmaire au voisinage de l'IPD et sur ses branches terminales [39, 40]. Lors de la dissection, le simple « déplissement » de ces flexuosités va souvent suffire à gagner les quelques millimètres qui éviteront un pontage. L'une des branches terminales de l'arcade pulpaire se distingue parfois par son calibre ; elle est située sur la ligne médiane et on parle alors d'artère centrale de la pulpe.

La réparation veineuse représente toujours la difficulté technique principale de ces replantations distales. À proximité de l'IPD il est souvent possible de disséquer une ou plusieurs veines dorsales accessibles à une suture microchirurgicale. En cas d'amputation plus distale, trans-unguéale, le réseau dorsal n'offre en revanche plus aucune possibilité de suture veineuse. Les veines latéro-unguéales, longeant le sillon latéral de l'ongle, mentionnées par plusieurs auteurs [29, 38], ne sont pas accessibles à une réparation microchirurgicale. C'est alors à la face palmaire du doigt qu'il faut chercher les éléments veineux à suturer : ils se situent dans un plan superficiel, immédiatement sous-cutané, formant un riche plexus anastomotique pulpaire.

Technique chirurgicale

Lorsque l'amputation se situe au voisinage de l'interligne interphalangien distal, la préparation première séparée de chacune des deux extrémités, décrite pour les replantations plus proximales n'apporte ici aucun gain de temps car le repérage des structures vasculaires ou nerveuses, encore de calibre conséquent à ce niveau, reste facile. En revanche, pour les plus distales de ces amputations, siégeant au niveau trans-unguéal, ce repérage préalable est judicieux. L'usage du microscope opératoire est requis pour repérer, sous fort grossissement, l'artère centrale de la pulpe. Afin d'éviter de répéter cette recherche après le temps d'ostéosynthèse, nous avons l'habitude de placer un fil repère de 11/0, ancré sur l'adventice de cette artère ou sur l'une de ses branches collatérales. Une fois la synthèse effectuée, ce fil facilement retrouvé sous microscope, mènera directement sur l'artère centrale [9, 10] (figure 15.16).

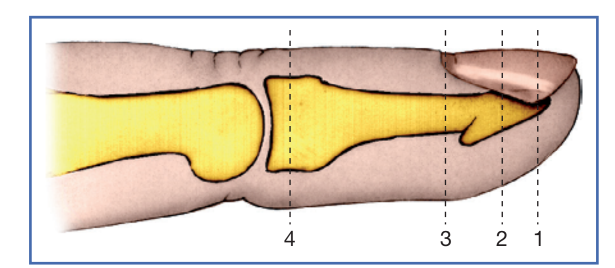


Figure 15.16

Topographie des amputations digitales distales (zones 1 à 4)

Après un simple parage cutané et un raccourcissement osseux souvent très minime, le fragment distal est alors osthéosynthésé à l'aide d'une broche de Kirschner (ou deux maximum) en recherchant l'approximation la plus exacte possible. Chez l'adulte les calibres appropriés sont de 10/10^{e} pour la broche axiale et de 8/10^{e} pour la broche oblique anti-rotation. Chez l'adolescent ou le grand enfant, la taille des broches peut être réduite (8 et 6/10^{e}), ou celles-ci peuvent être remplacées par de simples aiguilles à intradermo-réaction, placées à la main, sans l'aide d'un moteur. L'arthrodèse interphalangienne distale transitoire ou définitive n'est nécessaire que pour les amputations juxta-articulaires. Ailleurs, l'ostéosynthèse tentera de ménager la mobilité de cette articulation.

Lorsque l'amputation est transversale et passe à travers la tablette unguéale, il est possible d'assurer cette ostéosynthèse par un hauban appuyé sur l'ongle, utilisant une aiguille à suture 4/8^{e} comme l'a proposé Foucher.

Le temps microchirurgicaldébute immédiatement après l'ostéosynthèse. Lorsque le caractère très distal de l'amputation interdira toute suture veineuse dorsale, l'abord et l'exposition de la face palmaire du doigt utilise l'incision en Z décrite par Tsu Min Tsai [44]. Le soulèvement de deux lambeaux triangulaires qu'autorise cette incision permettra d'exposer correctement le plan sous-épidermique lors du temps de recherche des veines pulpaires (figure 15.17).

La réparation artérielle est la première étape de ce temps microchirurgical . Suivant le niveau d'amputation elle concernera l'une des deux artères collatérales ou une des branches de division de l'arcade pulpaire.

Lorsque l'amputation siège en amont de l'arcade pulpaire, les deux artères collatérales sont parfois accessibles à la réparation. Nous n'en réparons qu'une, ligaturant la deuxième, soucieux de ne pas créer un flux artériel trop important dans cette extrémité replantée et de ne pas majorer encore le problème du retour veineux.

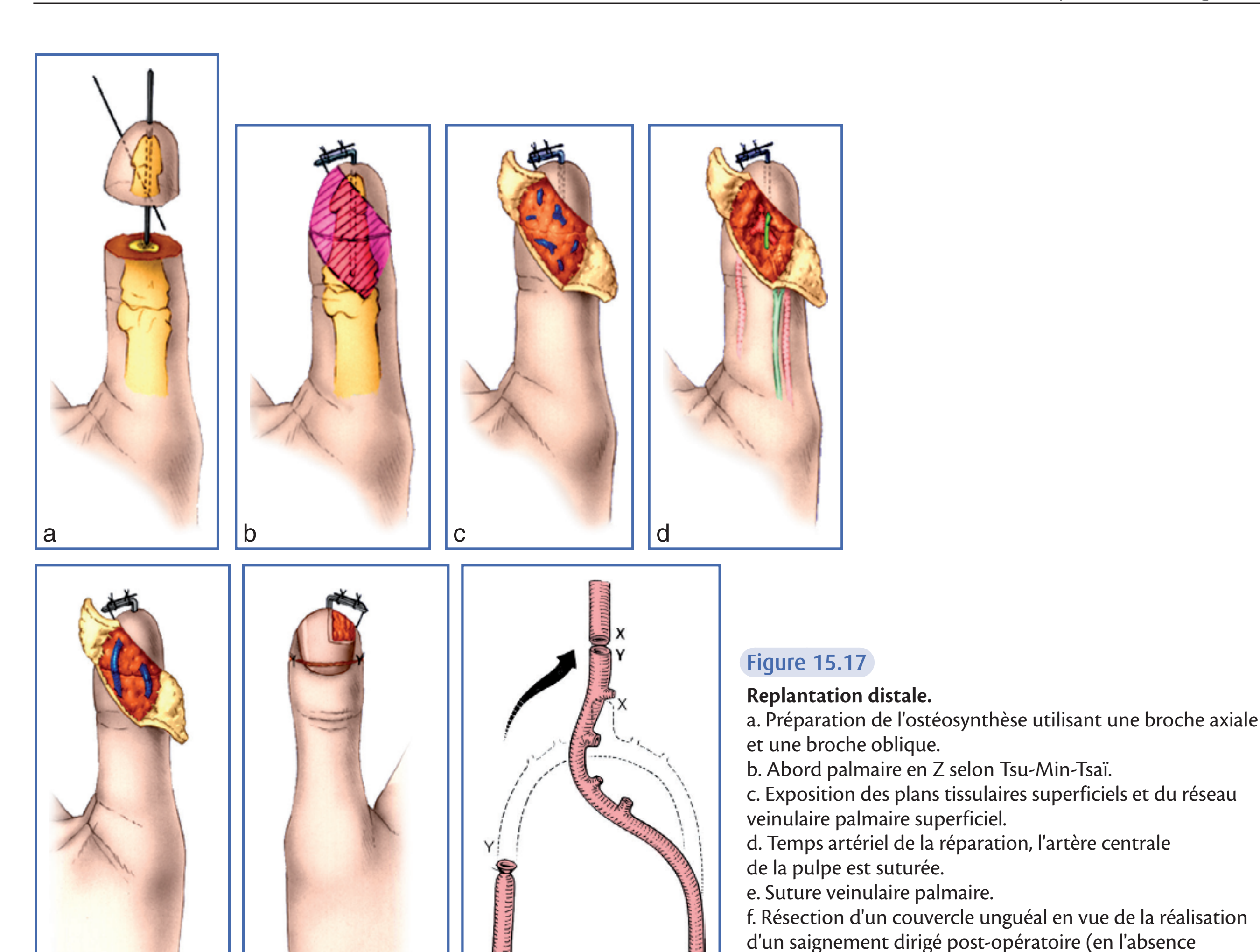


Figure 15.17

Replantation distale.
a. Préparation de l'ostéosynthèse utilisant une broche axiale et une broche oblique.
b. Abord palmaire en Z selon Tsu-Min-Tsaï.
c. Exposition des plans tissulaires superficiels et du réseau veinulaire palmaire superficiel.
d. Temps artériel de la réparation, l'artère centrale de la pulpe est suturée.
e. Suture veinulaire palmaire.
f. Résection d'un couvercle unguéal en vue de la réalisation d'un saignement dirigé post-opératoire (en l'absence de suture veineuse uniquement).
g. Détournement de l'arcade pulpaire pour combler une perte de substance artérielle distale.

Lorsque l'amputation siège au-delà de l'arcade, l'anastomose portera sur l'artère centrale de la pulpe ou l'une, quelconque, des branches de division de l'arcade pulpaire. S'il existe une perte de substance il est possible de détourner l'arcade pulpaire après l'avoir ligaturée à une de ses extrémités, obtenant ainsi un effet d'allongement sur le vaisseau proximal (figure 15.17 g).

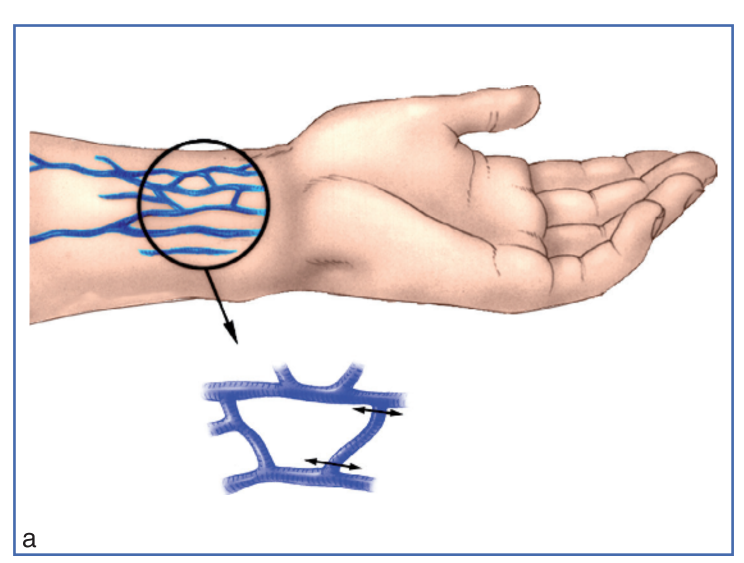
La réparation nerveuse dans ce type d'amputation très distale ne présente pas de point particulier, cependant, à ce niveau, chacun des deux nerfs collatéraux a déjà subi sa trifurcation terminale. Il est rare qu'une anastomose nerveuse distincte puisse être réalisée sur toutes les branches de division distale mais un certain degré de neurotisation directe de l'extrémité replantée entre probablement pour une part dans la qualité des résultats sensitifs obtenus. Nous avons ainsi pu montrer qu'au moins chez l'enfant, en l'absence de toute suture nerveuse, une « neurotisation » du fragment replanté pouvait survenir aboutissant à un résultat utile et même à une véritable sensibilité discriminative [9, 14]. D'autres auteurs ont confirmé qu'une telle resensibilisation était possible par neurotisation de contiguïté [1].

La réparation veineuse reste le point technique délicat de ces replantations distales.

Lorsque l'amputation se situe en deçà du sillon unguéal proximal, la dissection sous microscope à ce niveau retrouve parfois une ou deux veines dorsales de très petite taille mais autorisant une anastomose microchirurgicale.

Lorsque l'amputation passe par le lit unguéal lui-même, la suture veineuse réalisable ne peut être que palmaire.

L'identification et la réparation de ces veines palmaires restent difficiles car elles sont de paroi fine et particulièrement fragile. Leur vacuité, au cours de cette chirurgie qui s'effectue sous garrot, complique encore leur identification. On peut donc proposer comme aide à leur individualisation



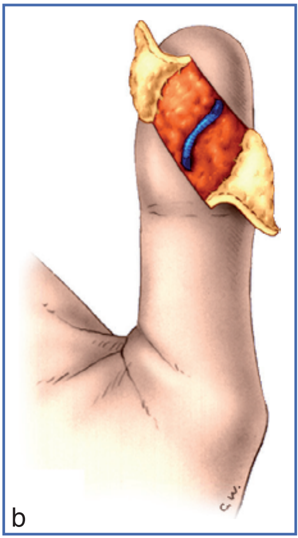


Figure 15.18

Réalisation d'un pontage sur une veine pulpaire.
a. Prélèvement du greffon à partir d'une veine communicante au niveau du réseau veineux superficiel du poignet.
b. Réalisation du pontage

de s'abstenir en début d'intervention de l'exsanguination du membre qui précède la mise en place du garrot. Dans ces conditions, lorsque la suture artérielle a été réalisée, il se produit, à travers cette anastomose, et en dépit de la présence du garrot, un passage sanguin suffisant pour mettre en charge le réseau veineux pulpaire. On peut, de plus, augmenter quantitativement cette mise en charge en réalisant des manœuvres d'expression manuelle de la paume et du doigt opéré. Ainsi mis en charge, ce réseau veineux superficiel devient plus facilement dissécable et se prête à la réalisation d'anastomoses directes en utilisant des fils de suture de 11 ou 12/0 montés sur des aiguilles de 50 microns de diamètre.

Le recours à un pontage n'est pas exclu sur les veines pulpaires. Si cette solution s'impose, un greffon est prélevé sur l'avant-bras. Il ne s'agit plus d'une veine longitudinale superficielle mais d'un des rameaux obliques communicants, de petit diamètre, qui réunit ces veines longitudinales (figure 15.18).

Dans la majorité des cas de ces replantations très distales, aucune réparation veineuse n'est possible. L'absence de réparation veineuse ne contre-indique cependant pas la replantation. Le saignement dirigé post-opératoire ou l'usage de sangsues permettra de suppléer dans certains cas à cette absence de suture veineuse [1].

Alternative à l'exposition selon T. M. Tsaï : la voie d'abord décrite précédemment a l'avantage de faciliter l'exercice difficile de réparation des veines pulpaires. En revanche, cette incision en Z complique la réalisation ultérieure d'un lambeau en îlot pulpaire lorsque la replantation échoue. Lorsqu'il est prévu d'emblée de faire appel à un simple saignement dirigé pour assurer le retour veineux en post-opératoire, cette voie d'abord devient inutilement compliquée. C'est en particulier le cas pour les plus distales de ces amputations (trans-unguéales) et chez l'enfant où le pronostic des replantations est habituellement bon en l'absence de toute réparation veineuse (voir p. 324). L'alternative est alors une simple incision médiopulpaire au niveau du moignon proximal (figure 15.19). L'exposition et le temps de suture microchirurgical nécessitent la mise en place de fils de traction noués sur la peau pour pérenniser la rétraction des berges cutanées.

Suivi post-opératoire des replantations distales

Au terme de ces replantations distales, une suture de la peau est réalisée, puis un pansement gras (« corticotulle »), non circulaire est appliqué. La suture cutanée, si elle ne se fixe pas comme objectif d'être parfaitement étanche, doit toutefois éliminer méticuleusement tout « espace-mort » entre les deux extrémités digitales. En effet, la constitution d'un caillot dans cet espace, s'interposant entre les deux extrémités digitales serait un obstacle à l'établissement des néofonnections veineuses en cas de saignement dirigé post-opératoire. Une ou deux compresses humides couvrent le doigt, elles draineront par capillarité. Aucun bandage circulaire supplémentaire n'est nécessaire, la main est simplement immobilisée sur une attelle plâtrée.

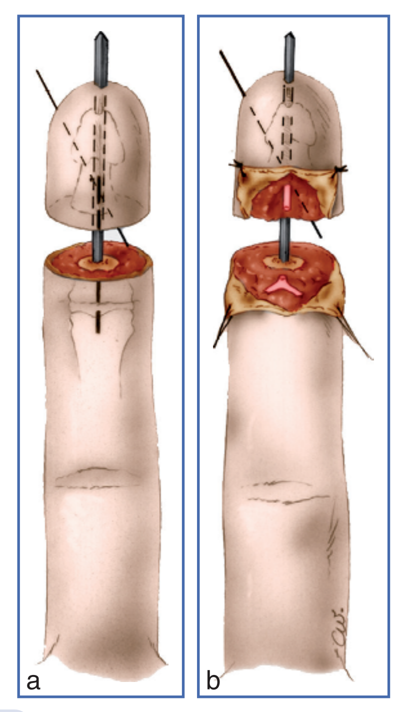


Figure 15.19

Abord médiopulpaire pour la réalisation de replantations distales. Cet abord est préconisé lorsqu'il est prévu de faire appel à un saignement dirigé post-opératoire. Il a l'avantage de ménager la possibilité d'une reprise par lambeau local pulpaire en îlot en cas d'échec de la replantation.

a. Tracé des incisions sur les fragments proximal et distal.

b. Exposition de l'arcade pulpaire et de l'artère centrale de la pulpe.

Lorsqu'aucune réparation veineuse n'a pu être effectuée, le saignement dirigé de l'extrémité replantée va pouvoir suppléer à cette absence de retour veineux pendant les quatre à cinq jours nécessaires à l'établissement de nouvelles connexions veineuses. Pour ce faire, il est possible de réséquer un couvercle unguéal puis de scarifier le lit unguéal sous-jacent [19] (figure 15.17f). L'autre solution consiste en une résection tangentielle d'un couvercle pulpaire ; c'est cette dernière solution que nous préconisons.

Le saignement est alors entretenu pendant quatre à cinq jours par application de compresses imbibées d'une solution diluée d'héparine. Lorsque ce saignement dirigé ne suffit pas et que l'extrémité replantée présente des signes d'engorgement veineux, l'usage de sangsues est indiqué [6]. Ces sangsues peuvent également être utilisées lorsque, en l'absence de tout signe d'insuffisance veineuse, le saignement par simple scarification est difficile à obtenir. Au bout de deux à trois jours de ce régime, la surveillance locale du doigt replanté est difficile : perpétuellement plongé en ambiance humide en raison du saignement, il apparaît macéré et le pouls capillaire n'est plus perceptible. Un constat d'échec ne doit pas être trop vite prononcé. Toutefois il ne semble pas logique de poursuivre le saignement dirigé au-delà du septième jour : au-delà de cette date certaines de ces extrémités digitales replantées saignent encore à la scarification ; le saignement est peu abondant, s'arrête rapidement, la pulpe apparaît froide et se révélera complètement infarcie lors du temps de régularisation… La question de la durée idéale pour ce saignement dirigé n'a pas de réponse univoque. La durée requise est incontestablement plus courte chez l'enfant et dans les amputations nettes (3–4 jours), cette durée s'allonge avec l'âge et pour les amputations par écrasement [21]. Une dernière mise en garde est de rigueur, concernant le volume du saignement extériorisé à la faveur de ce protocole. En aucun cas, ce volume ne doit devenir trop abondant, occasionnant une déperdition sanguine majeure. Il serait totalement disproportionné d'être amené à transfuser un malade pour le seul bénéfice d'une replantation digitale distale. Il arrive que l'hyperpression veineuse observée pendant la phase initiale de ces replantations se traduise par un saignement de volume excessif. Des moyens locaux doivent alors être utilisés pour réguler ce saignement. Dans l'ordre croissant des mesures à prendre, l'arrêt de l'héparine locale, l'utilisation de matériaux hémostatiques (Surgicel®, Sorbacel®…), voire la réalisation d'un point de coagulation à la pince bipolaire peuvent s'imposer.

Durant toute la période de saignement dirigé, l'attitude à adopter vis à vis du pansement est délicate. Toute manœuvre de réfection de celui-ci risque d'être préjudiciable aux connexions veineuses en train de s'établir. Cependant, il est difficilement tolérable pour le patient de garder un pansement imbibé de sang pour une durée de cinq à six jours. Nous avons opté pour un moyen terme : seule les deux compresses humides entourant le doigt blessé sont changées aussi souvent que nécessaire ; le pansement gras appliqué sur la plaie est laissé en place, inchangé jusqu'à cicatrisation. Les solutions « alternatives » à ce saignement dirigé sont peu nombreuses, et nous mentionnerons simplement le recours proposé par certains auteurs à une anastomose artérioveineuse (en l'absence de veine identifiable sur le fragment distal c'est une artère qui est détournée et suturée à une veine du segment proximal), ainsi que la réalisation de sutures « vénocutanées » [25].

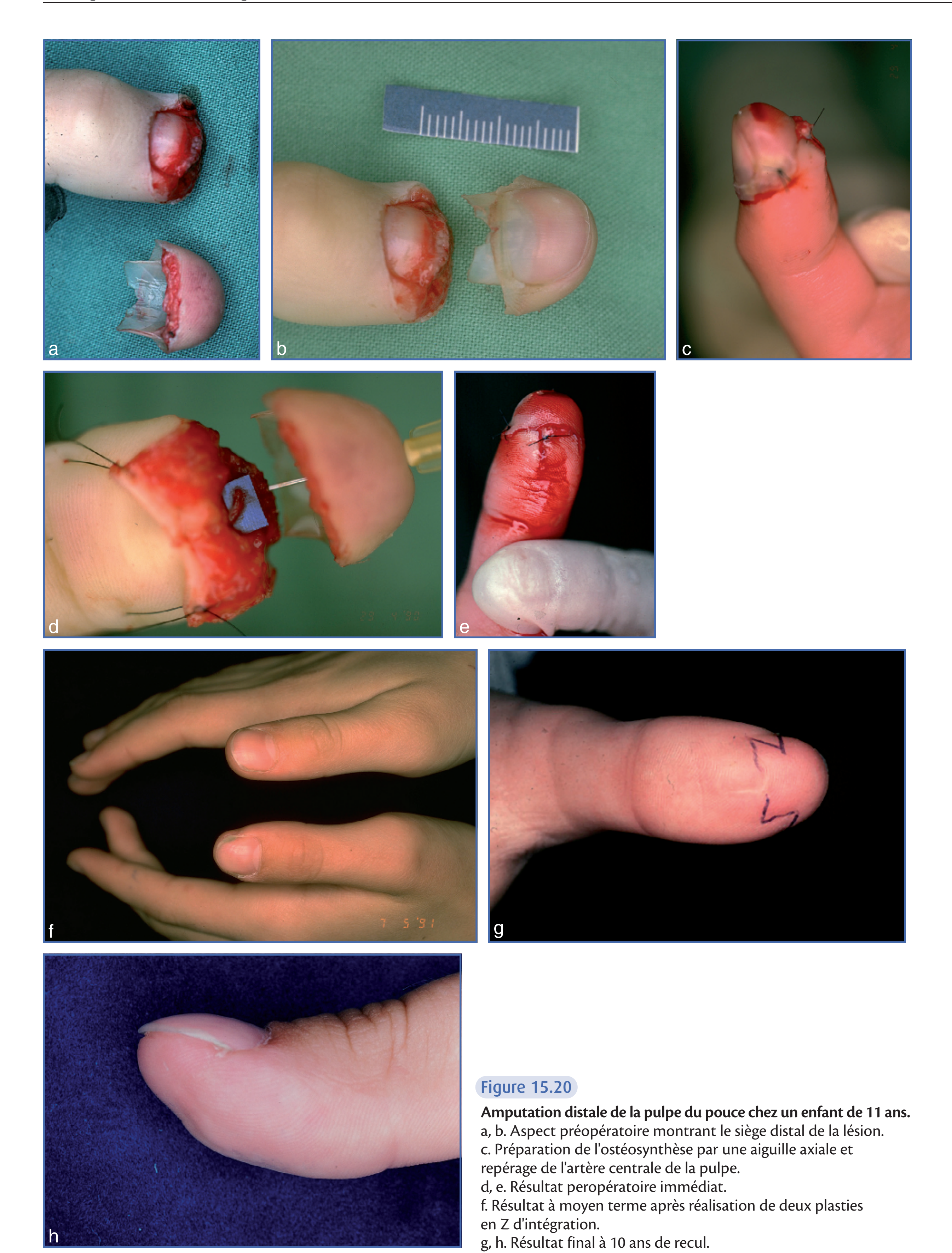


Figure 15.20

Amputation distale de la pulpe du pouce chez un enfant de 11 ans.
a, b. Aspect préopératoire montrant le siège distal de la lésion.
c. Préparation de l'ostéosynthèse par une aiguille axiale et repérage de l'artère centrale de la pulpe.
d, e. Résultat peropératoire immédiat.
f. Résultat à moyen terme après réalisation de deux plasties en Z d'intégration.
g, h. Résultat final à 10 ans de recul.

Résultats des replantations digitales distales

Les résultats de ces replantations digitales distales (au-delà de l'interphalangienne distale) ont été évalués dans notre série de 60 patients (61 doigts), avec un recul moyen de 12 mois [10, 11, 31]. Le taux de succès moyen, toute tranche d'âge et tous opérateurs confondus, est de 48 %, ce taux de succès passe à 68 % dans la série « pédiatrique » (moins de 16 ans). Plusieurs facteurs « prédictifs » se sont dégagés de cette étude statistique : comme prévisible, le mécanisme de l'amputation joue son rôle et avulsion ou écrasement sont autant de facteurs défavorables du point de vue pronostic. Soulignons toutefois que ces deux facteurs sont toujours présents dans le mécanisme déclenchant des amputations par portière de l'enfant (« doigt de portière »). En aucun cas ce mécanisme, lorsqu'il est responsable de l'amputation, ne doit à lui seul représenter un motif de contre-indication à la replantation. Dans cette série ou plusieurs opérateurs ont été mis à contribution, l'expérience du chirurgien apparaît également déterminante. Elle intervient lors de l'acte technique lui-même car il s'agit là d'une occasion de pratiquer des anastomoses sur des vaisseaux de très petit calibre. Mais l'expérience de l'opérateur est probablement aussi déterminante lors du suivi post-opératoire, de la réfection des pansements et de la régulation d'un saignement dirigé post-opératoire. La nature des anastomoses réalisées modifie également le pronostic de ces replantations, et nous avons pu confirmer que l'absence de suture veineuse (et donc la nécessité d'un saignement dirigé post-opératoire) était une situation moins défavorable chez l'enfant que chez l'adulte. Enfin la comparaison des résultats esthétiques et fonctionnels de ces replantations distales avec ceux des autres moyens de couverture (lambeaux locaux) fait nettement pencher la balance en faveur de la replantation. La logique est ainsi respectée puisque seules ces replantations microchirurgicales distales prennent en compte le caractère pluritissulaire du défect (pulpe, os, ongle). Sur le plan sensitif, l'existence d'une authentique neurotisation sensitive de contiguïté a pu être confirmée dans la population pédiatrique, où la réapparition d'une sensibilité discriminative vraie n'est pas tributaire de la réalisation de sutures nerveuses (figures 15.21 et 15.22).

Replantations distales du pouce

Les replantations très distales du pouce souffrent des difficultés d'exposition propres à ce doigt, et déjà mentionnées. Il n'est cependant pas concevable ici de les contourner en réalisant de longs pontages branchés sur l'artère radiale. Le flux obtenu serait disproportionné par rapport à la taille du fragment replanté, et l'incongruence de calibre au niveau de la suture distale difficile voire impossible à gérer. Lorsque l'amputation réalise une amputation à biseau dorsal, de sorte que le niveau de coupe sur l'artère est situé au-delà de la section osseuse, il est possible de contourner la difficulté en réalisant la suture artérielle en premier temps, avant même l'ostéosynthèse. Cette suture est réalisée par voie dorsale, à travers la tranche de section osseuse (figure 15.23). Le temps d'ostéosynthèse par broche de Kirchner qui fait suite à cette réparation artérielle devra éviter tout mouvement intempestif de l'un des fragments par rapport à l'autre.

Replantation des doigts avulsés

Règles générales

Lorsqu'une composante d'élongation axiale ou « avulsion » participe au mécanisme de l'amputation, elle vient compliquer chacun des aspects de la replantation.

La revascularisation doit alors faire appel à des pontages. Un examen sous microscope des vaisseaux est déterminant pour situer le niveau de recoupe en zone saine. Différents aspects ont été décrits qui, lors de l'examen peropératoire, témoignent de lésions pariétales. Le *ribbon sign* est l'un des plus classiques, il s'agit d'un aspect tortueux d'un vaisseau dont la course normale est rectiligne [45]. Ces flexuosités témoignent de lésions irréversibles de la paroi, imposant une résection à distance. Si un doute persiste sur le niveau de recoupe proximal il est impératif de lâcher le garrot pour s'assurer de la qualité du flux obtenu.

Pour l'appréciation du niveau distal de recoupe, cette solution du lâcher de garrot n'est d'aucune utilité. Certains auteurs ont proposé un test clinique sous forme d'un lavage au *ringer* du fragment distal : l'obtention d'un flux de retour par les veines dorsales étant la condition sine qua non pour entreprendre la replantation [4]. Nous préférons nous fier à l'aspect local des vaisseaux vus sous microscope et réaliser d'emblée de longs pontages comme l'a préconisé Foucher [15].

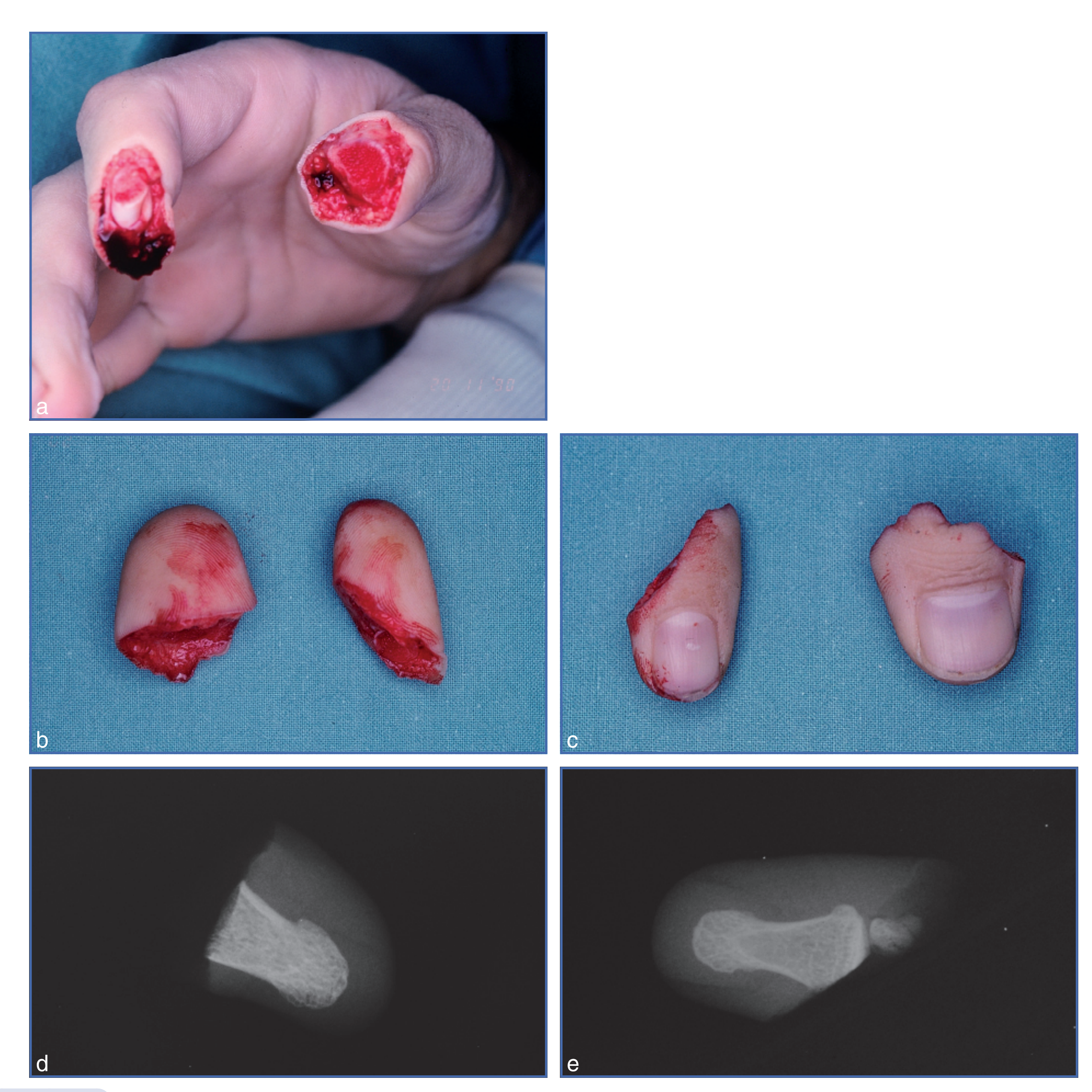


Figure 15.21

Amputation du pouce et de l'index par massicot.

a, b, c. Aspect initial préopératoire. L'amputation siège, pour le pouce, à hauteur de la base de P1, elle passe au niveau de l'index à travers l'interligne interphalangien distal.

d, e. Aspect radiographique des fragments distaux amputés.

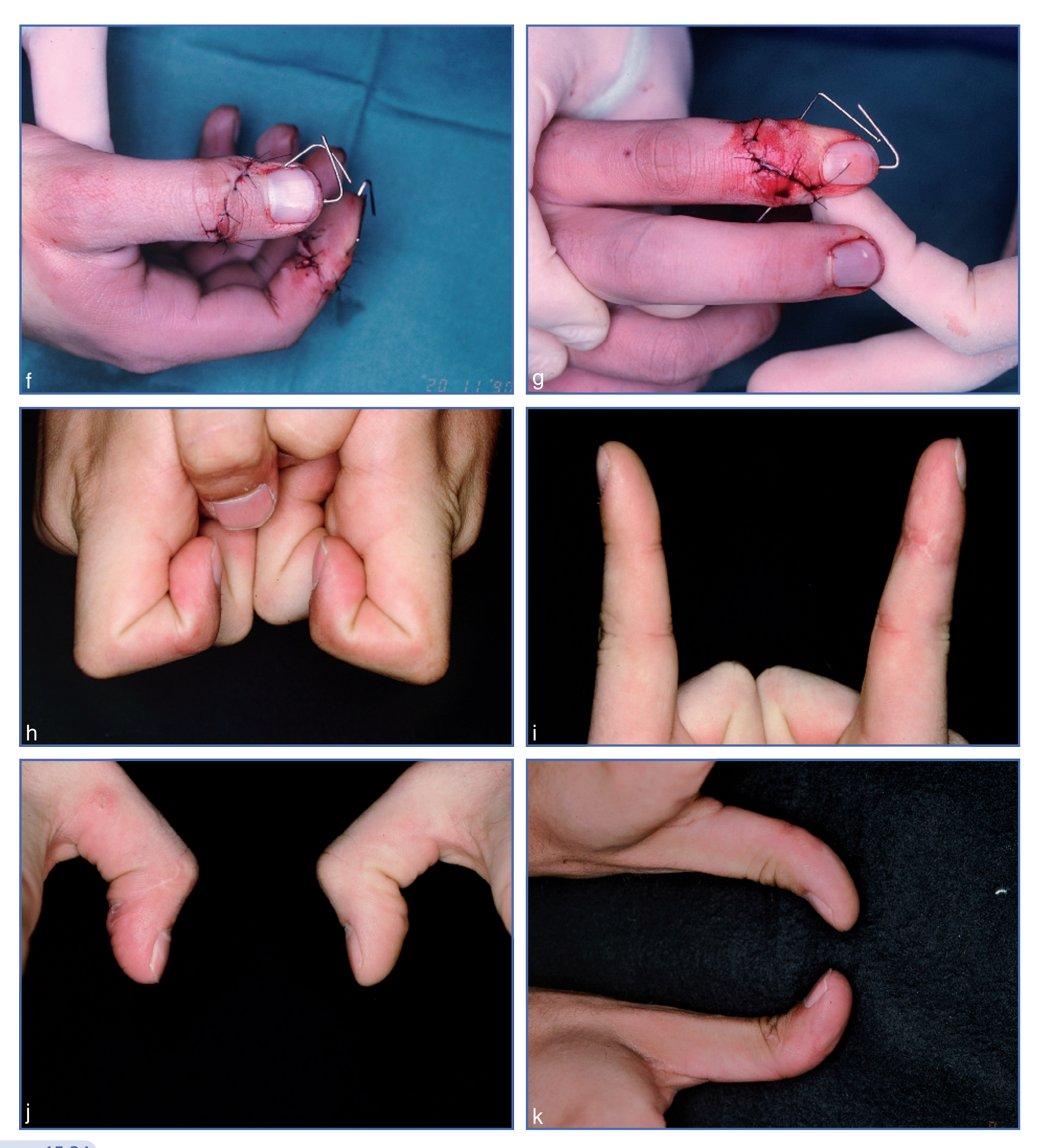


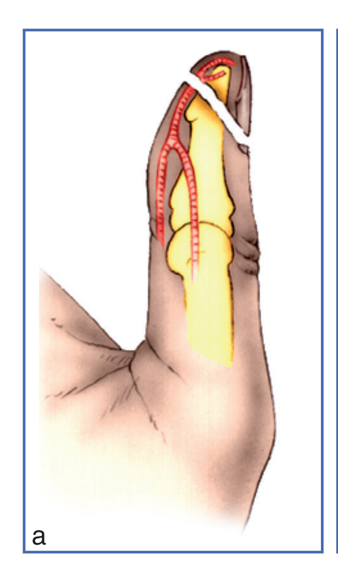
Figure 15.21

Suite.
f, g. Aspect peropératoire après replantation. Sur l'index, l'arthrodèse interphalangienne distale est transitoire, sur le pouce, l'ostéosynthèse ménage la mobilité de l'interphalangienne.
h, i, j, k. Résultat final montrant la conservation de la mobilité IP du pouce et IPD de l'index.

Figure 15.22

Amputation distale du 3ᵉ doigt de la main gauche chez un patient de 50 ans, ancien fumeur.
a, b. Aspect préopératoire.
c, d. Prélèvement d'une veine communicante de l'avant-bras en vue de la réalisation d'un pontage.
e. L'artère centrale de la pulpe a été réparée. L'abord selon Tsu-Min-Tsaï permet le repérage de deux veines du réseau pulpaire superficiel, un pontage est réalisé, rétablissant la continuité veineuse.
f. La couche profonde du pansement est laissée en place pour ne pas risquer de rompre les néoconnexions veineuses en cours de constitution.
g, h. Résultat clinique. Aucun saignement dirigé n'a été nécessaire en post-opératoire

L'avulsion des tendons fléchisseurs et extenseurs pose également de difficiles problèmes techniques. La solution de continuité sur le tendon est plus ou moins proximale, souvent située, en fait, à la jonction musculotendineuse à l'avant-bras. Pour l'interphalangienne du pouce, l'arthrodèse définitive est possible, rendant inutile toute reconstruction tendineuse. Lorsque les impératifs fonctionnels du patient contre-indiquent cette arthrodèse, ou lorsque le fléchisseur superficiel est lui-même concerné, il est possible de planifier dès ce stade de l'urgence la reconstruction ultérieure du fléchisseur en incluant une tige de silicone dans la gaine digitale. Six semaines à trois mois plus tard on procédera alors à un deuxième temps de greffe tendineuse selon Hunter.



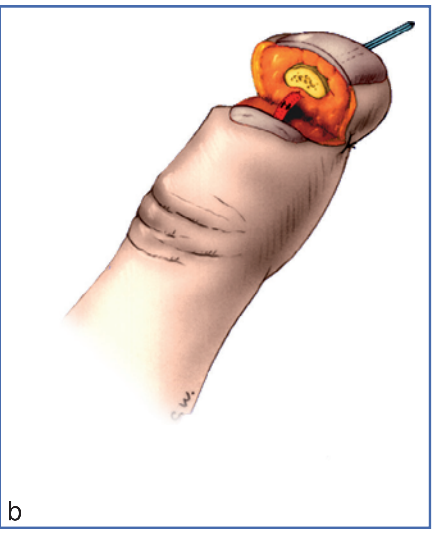


Figure 15.23

Réalisation d'une anastomose artérielle à travers la tranche de section osseuse en cas d'amputation oblique.
a. Artère centrale de la pulpe.
b. Broche d'ostéosynthèse axiale.

L'avulsion nerveuse est un des facteurs qui doit limiter les indications de replantation d'un doigt long. Lorsque l'examen du doigt amputé montre que la rupture nerveuse s'est effectuée loin en amont du niveau d'amputation, le résultat sensitif sera médiocre voire nul. Pour un doigt long il s'agit là d'un facteur majeur de contre-indication à la replantation.

Les avulsions du pouce : la reposition doit toujours être tentée en dépit de la nature péjorative du mécanisme. La revascularisation fait appel à un pontage réalisé d'emblée, branché en distal sur la collatérale ulnaire, statistiquement dominante, et en proximal sur la radiale en terminolatéral. Lorsque l'avulsion concerne le long fléchisseur propre, le choix doit s'effectuer entre une arthrodèse définitive de l'interphalangienne, ou une reconstruction différée par transfert du fléchisseur superficiel de l'annulaire, après inclusion primaire d'une tige de silicone dans la gaine digitale. Lorsqu'aucune réparation nerveuse n'est possible en urgence du fait de l'avulsion, il sera possible secondairement de resensibiliser ce pouce par le transfert d'un îlot sensible pédiculé de type Littler (voir chapitre 9, figure 15.24).

Nous avons déjà souligné que nous n'utilisions jamais le détournement d'artères saines comme moyen d'assurer ce temps de revascularisation.

« Doigt d'alliance »

Les amputations de type *ring-finger* réalisent une avulsion « expérimentale ». Leur pronostic est sombre, tant en ce qui concerne le taux de succès des replantations que les résultats fonctionnels obtenus.

Il reste toutefois licite de tenter la replantation, en particulier lorsque la section osseuse se situe au-delà de l'interphalangienne proximale, ménageant l'insertion du fléchisseur superficiel et de la bandelette médiane de l'extenseur.

Les modalités de la revascularisation ont été codifiées par Foucher [15]. Par un court abord médiolatéral en regard de l'interphalangienne distale, on aborde l'artère collatérale, en choisissant le côté où cette artère est la plus courte. Ce même abord autorise le raccourcissement osseux et la préparation de l'ostéosynthèse par l'introduction de broches de Kirschner en va-et-vient. Un long pontage utilisant une veine longitudinale palmaire superficielle de l'avant-bras est alors suturé en terminoterminal sur cette collatérale. Le doigt avulsé vient ensuite « coiffer » le moignon digital et l'ostéosynthèse est complétée. Une arthrodèse de l'IPD règle le plus souvent le problème posé par l'avulsion du fléchisseur profond. La suture artérielle proximale s'effectue dans la paume en ne gardant que les premiers millimètres de l'artère collatérale palmaire. Au terme de cette réparation, la revascularisation du fourreau cutané et de la partie distale du squelette s'effectuera grâce à l'artère collatérale non disséquée, réalimentée à contre-courant à partir des anastomoses distales. Il est donc essentiel de ne jamais la disséquer (figures 15.25 et 15.26).

Le temps nerveux de la replantation peut dans ce contexte faire appel à une greffe nerveuse primaire.

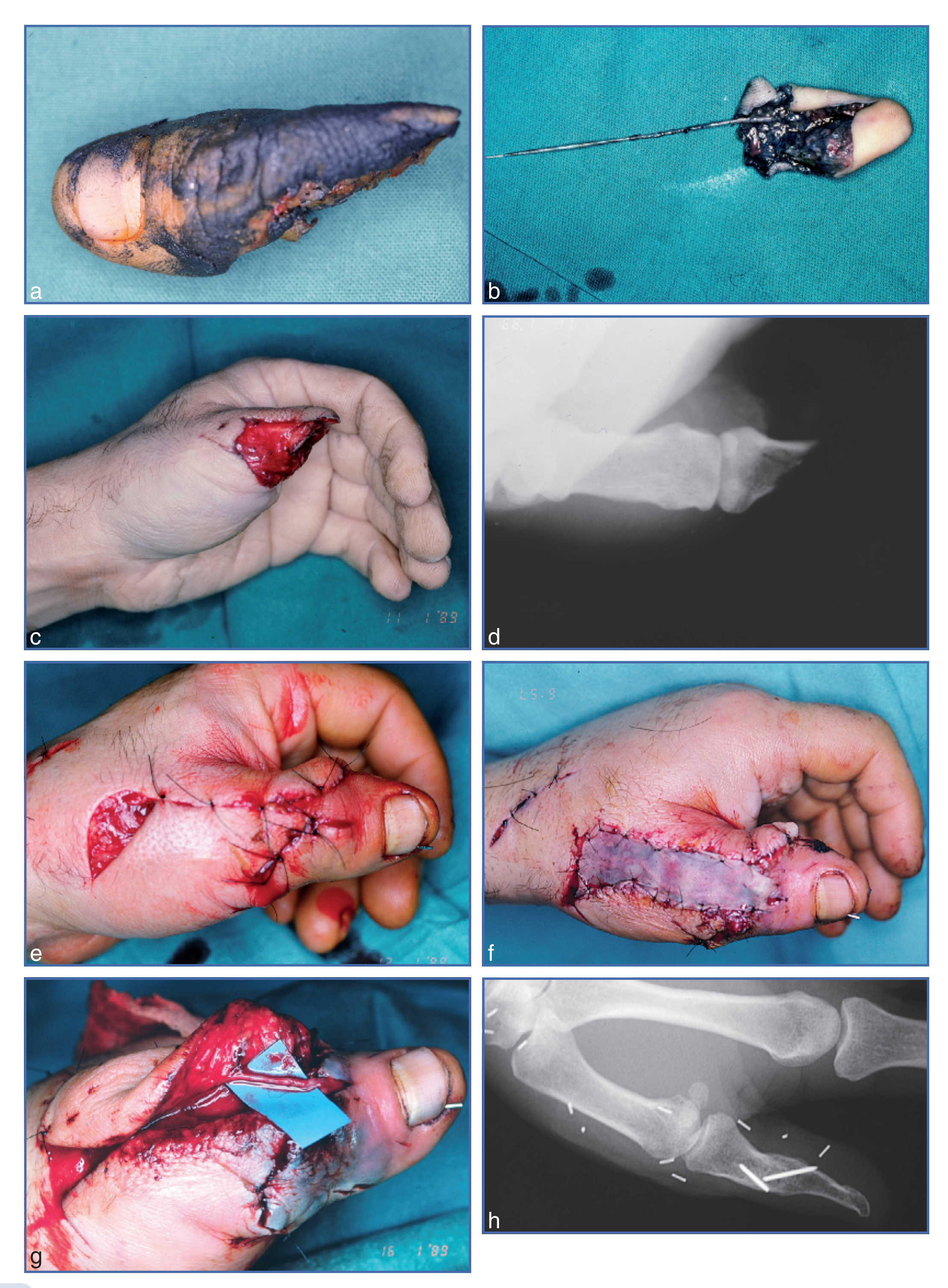
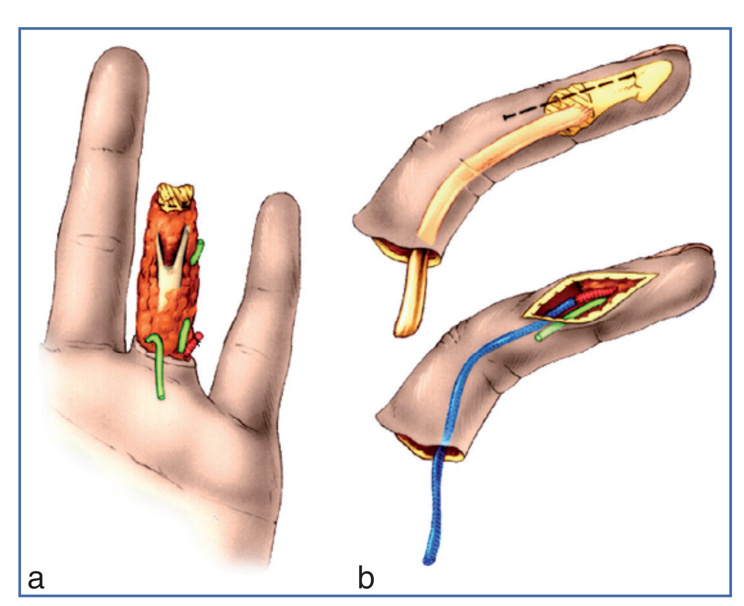


Figure 15.24

Replantation d'un pouce avulsé. Lambeau cerf-volant porte-veine.
a, b, c. Amputation du pouce gauche par avulsion à hauteur de l'interligne interphalangien.
d. Replantation du pouce utilisant un long pontage entre l'artère radiale et la collatérale ulnaire. Couverture d'un pontage veineux par un lambeau d'avancement-rotation dorsal. L'objectif du lambeau est d'assurer la couverture sans tension de la suture veineuse qui a été réalisée.
e, f. Première reprise pour thrombose du pontage. Réalisation d'un nouveau pontage et greffe de peau mince dorsale.
g. Nouvel épisode de thrombose conduisant à la réalisation d'un lambeau cerf-volant porte-veine. Anastomose entre la veine de retour du pouce et l'une des veines du lambeau cerf-volant.
h. Arthrodèse définitive secondaire de l'interphalangienne du pouce.

Figure 15.24

Suite.
i, j. Résultat final.



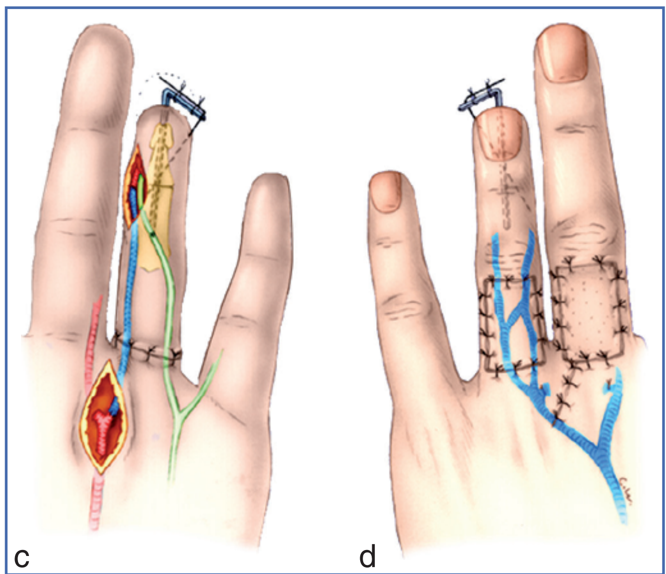


Figure 15.25

Replantation des doigts avulsés : *ring-finger***.**
a. Préparation à la replantation. 1. Nerf collatéral ulnaire. 2. Tendon fléchisseur superficiel (intact).3. Artère collatérale palmaire. 4. Tête de P2 (l'ostéosynthèse s'effectuera en arthrodèse définitive de l'IPD).
b. Préparation de l'extrémité distale. 1. Nerf collatéral palmaire. 4. Incision médiolatérale pour exposer l'artère collatérale à hauteur de l'IPD ; en hachuré la résection osseuse destinée à obtenir une arthrodèse de l'IPD avec effet de raccourcissement. 5. Tendon fléchisseur profond. 6. Pontage veineux branché en terminoterminal sur l'artère collatérale radiale puis introduit dans le fourreau cutané.
c. Branchement du pontage en proximal dans la paume et suture croisée entre le moignon proximal du nerf collatéral ulnaire et le moignon distal du nerf collatéral radial.
d. Couverture de la face dorsale et rétablissement de la continuité veineuse par utilisation d'un lambeau porte-veine.

Figure 15.26

Reposition d'un doigt d'alliance.
a, b. Aspect préopératoire des lésions. Le fléchisseur superficiel est toujours inséré sur la phalange moyenne.
c. Radiographies du fragment amputé.
d. Branchement premier d'un long pontage artériel au niveau de l'artère collatérale ulnaire.
e. Prélèvement d'un patch cutané « porte-pontage veineux ».
f, g. Résultat clinique obtenu par conservation de la mobilité interphalangienne proximale.

Il est parfois possible cependant de réaliser une réparation directe en faisant appel à une suture croisée. Il suffit pour ce faire de sélectionner, en proximal comme en distal, le moignon nerveux le plus long. L'excès relatif de longueur obtenue autorise alors une suture croisée.

La fermeture cutanée achève ce temps palmaire, elle est le plus souvent possible du fait du raccourcissement osseux.

À la face dorsale, si certains cas permettent une suture directe des veines, la plupart à l'inverse se présentent comme une perte de substance mixte peau et veines. L'utilisation d'un des lambeaux porte veine décrits plus loin est alors la solution de choix.

Replantation avec perte de substance cutanée

En dépit du raccourcissement osseux, certaines replantations laissent persister une perte de substance cutanée palmaire ou dorsale. Les solutions retenues pour assurer la couverture cutanée de ces défects doivent être mesurées, en particulier celles qui prétendent faire appel à un doigt sain voisin. La morbidité inhérente au prélèvement doit en effet être mise en balance avec le risque d'échec de la replantation.

Pertes de substance dorsale

Les petites pertes de substance dorsales d'étendue limitée sont couvertes par une greffe dermoépidermique mince même si celle-ci doit recouvrir partiellement une suture ou un pontage veineux. Les pertes de substance plus étendues requerront en revanche l'utilisation d'un lambeau de couverture. En fait, le plus souvent le problème posé est celui, conjointement, d'un défect cutané associé à une perte de substance portant sur le réseau veineux superficiel.

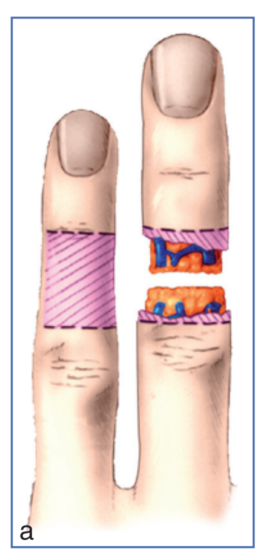
Ces deux problèmes peuvent être réglés de manière élégante en un temps opératoire en utilisant un lambeau dit « porte veine ». Plusieurs types en ont été décrits et peuvent résoudre ce double problème.

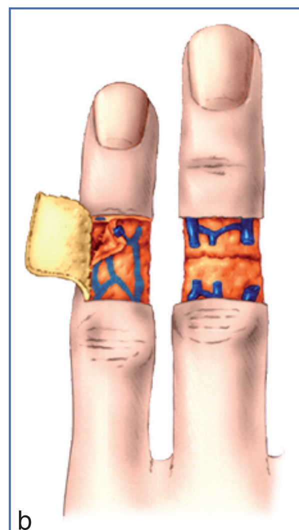
Lambeaux porte veine pédiculés

Le lambeau cross-finger ou lambeau doigt croisé désépidermisé retourné offre une bonne sécurité de couverture et la possibilité de réaliser plusieurs anastomoses veineuses au prix, il est vrai, d'une syndactylisation transitoire de nécessité (figure 15.27). Il a par ailleurs l'inconvénient d'imposer la réalisation d'une double série d'anastomoses veineuses proximale et distale [30]. Lorsque le défect est suffisamment proximal, un lambeau métacarpien en îlot à pédicule direct peut être utilisé (voir chapitre 9 et figure 15.24). Le lambeau en îlot veineux à pédicule proximal peut également représenter une solution potentielle [16]. Si une seule série d'anastomoses est ici nécessaire, la vascularisation du lambeau est plus précaire et le rôle d'aide trophique négligeable. Nous lui préférons une des solutions précédentes chaque fois qu'elles sont possibles.

Lambeaux « porte veine » libres

Quel que soit le site donneur, le principe de ces lambeaux reste le même : une unité cutanée est emmenée en monobloc avec le tissu cellulaire sous-cutané et le réseau veineux superficiel. Cette unité tissulaire est ensuite rebranchée au niveau du site receveur en réalisant une double série d'anastomoses veineuses, à chacune des extrémités proximale et distale du lambeau (figure 15.28). On attend alors du flux veineux qui traverse ce lambeau qu'il suffise à la survie du





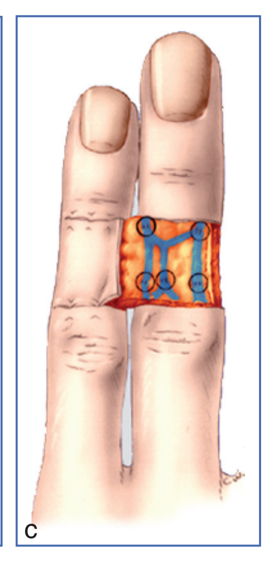


Figure 15.27

Utilisation d'un lambeau désépidermisé retourné en porte veine dans le cadre des replantations digitales.
a. Site donneur d'un défect sur le doigt replanté.
b. Prélèvement du lambeau désépidermisé retourné.
c. Double série d'anastomoses proximales et distales après mise en place du lambeau.

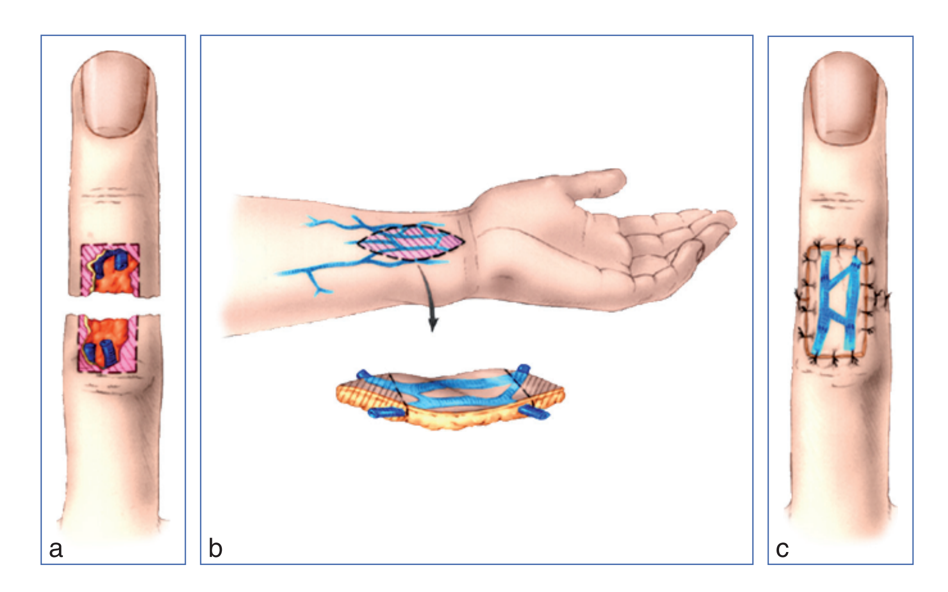


Figure 15.28

Utilisation d'un lambeau libre veineux porte-veine dans le cadre des replantations distales.
a. Défect initial sur le doigt à replanter.
b. Prélèvement du greffon.
c. Réalisation des deux anastomoses proximale et distale après mise en place du lambeau. Le site donneur sur l'avant-bras est fermé par suture primaire.

territoire cutané. Honda *et al.* [22] proposaient de disséquer ces lambeaux sur le dos du pied : cette solution nous semble à rejeter car elle impose un deuxième champ opératoire voire une anesthésie générale. En outre le pourcentage de nécrose avec ce type de site donneur semble conséquent [22]. Tsai *et al.* [43] obtiennent de meilleurs scores de survie en disséquant un lambeau similaire sur le doigt voisin.

Nous avons également prélevé des lambeaux de ce type à la face palmaire de l'avant-bras (figures 15.26 et 15.28).

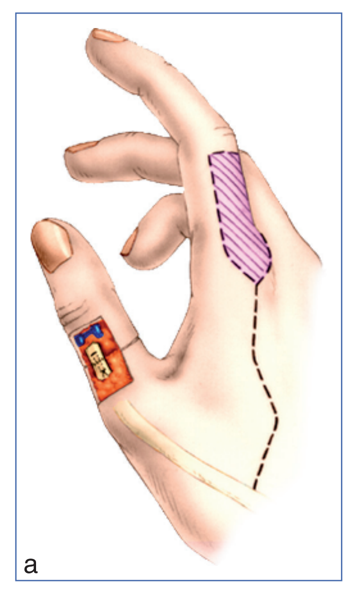
Dans notre expérience tous ces « patch cutanés » porte-pontage passent par une phase de souffrance initiale faite d'œdème, de cyanose et de désépidermisation. Si cette souffrance de l'îlot cutané ne compromet pas la perméabilité des anastomoses vasculaires sous-jacentes, il ne faut toutefois attendre de ce lambeau aucun effet d'aide trophique. Leur seul avantage réside dans la facilité de dissection et la discrétion des séquelles au niveau du site donneur (en particulier lorsqu'ils sont prélevés à la face palmaire de l'avant-bras où une suture primaire est possible). La place de ces lambeaux est donc limitée en pratique :

- à de très petits défects cutanés : la suture simple de la peau au-dessus d'un pontage s'effectuerait sous tension compromettant la perméabilité de ce dernier ; toutefois la taille limitée du défect contre-indique un lambeau pédiculé porte veine qui nécessiterait une excision cutanée non justifiable ;
- en cas de reprise après thrombose veineuse : l'œdème de revascularisation n'autorise pas le plus souvent une fermeture simple de la peau ; un lambeau veineux libre de ce type protège sans doute mieux le pontage que ne le ferait une simple greffe de peau.

Soulignons enfin que la survie de ce type de lambeau n'est pas totalement indépendante du contexte vasculaire particulier que représente cette replantation. Là où les veines qui traversent l'îlot cutané assurent à elles seules le retour veineux du doigt, passée la période post-opératoire immédiate. Il existe donc, à travers ce greffon veineux, une considérable accélération du flux et probablement de la pression. Il serait par conséquent dangereux d'utiliser cette technique dans d'autres contextes que celui des replantations.

Cas particulier du pouce

L'association d'une perte de substance cutanée et veineuse lors d'une amputation du pouce doit conduire à l'usage d'un lambeau cerf-volant « porte veine » (voir chapitre 9 et figures 15.24 et 15.29). Lorsque le pouce a été revascularisé par un pontage branché sur l'artère radiale, la dissection proximale du pédicule sera précautionneuse.



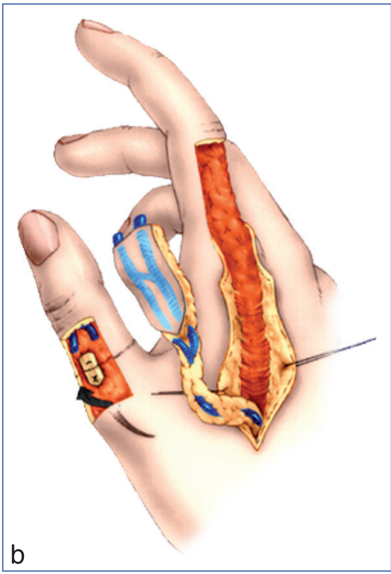


Figure 15.29

Utilisation d'un lambeau cerf-volant porte-veine dans le cadre d'une replantation proximale du pouce.
a. Tracé du lambeau cerf-volant et défect sur le site receveur.
b. Transfert du lambeau.

Replantation avec perte de substance palmaire

À la face palmaire, le raccourcissement osseux, le recours à une greffe de peau d'étendue limitée, ou un simple lambeau d'avancement-rotation suffisent à régler la plupart des problèmes.

Les grandes pertes de substance cutanée palmaires sont rares dans ce contexte de replantation. En cas de perte de substance palmaire concernant P1 ou P2, et, lorsqu'un doigt voisin est utilisable, le lambeau cross finger dorsopalmaire est la solution de couverture la plus appropriée.

À la face palmaire du pouce on pourrait envisager l'utilisation d'un lambeau cerf-volant pour les rares cas d'amputations distale associées à un scalp palmaire étendu sur P1.

Replantation chez l'enfant [19]

Particularité techniques

Il y a peu ou pas de particularités techniques lorsqu'une replantation est réalisée chez l'enfant. Le matériel d'ostéosynthèse doit être adapté à la taille du doigt replanté, et nous utilisons exclusivement les broches de Kirschner. En cas de replantation distale une aiguille pour injection intradermique axiale peut suffire à l'ostéosynthèse (figures 15.20 et 15.30). Certains auteurs ont pu insister sur la nécessité d'utiliser chez l'enfant des sutures microvasculaires à points séparés et non un surjet [42], ce dernier risquant de créer une sténose lors de la croissance (figure 15.31). Dans notre pratique l'usage des points séparés est systématique, y compris chez l'adulte.

Évolution et résultats

Les capacités de récupération fonctionnelle sont bien supérieures chez l'enfant que chez l'adulte. Il n'y a de ce fait pratiquement aucune contre-indication formelle à la replantation digitale chez l'enfant. Les capacités de régénération nerveuse, supérieures chez l'enfant, sont pour beaucoup dans la qualité du résultat fonctionnel. En ce qui concerne la croissance du doigt replanté, il est admis que celle-ci se poursuit, avec un discret ralentissement [24].

À l'égard des replantations distales, l'établissement de néofonnections veineuses est plus rapide que chez l'adulte et il n'est pas rare de pouvoir arrêter le saignement dès le troisième jour post-opératoire. En cas d'échec vasculaire d'une replantation très distale chez l'enfant, il est possible de laisser en place le fragment distal qui en dépit de sa séquestration progressive guide remarquablement la cicatrisation sous-jacente. Lorsqu'intervient la chute de l'escarre, l'épithélialisation sous-jacente est souvent acquise. Toutefois, la cicatrisation obtenue par ce type de procédé ne peut rivaliser quant à son résultat final avec celui d'un succès de replantation. La comparaison avec le côté controlatéral confirme toujours que cette cicatrisation s'est effectuée au prix d'une dystrophie pulpaire et unguéale. L'ongle amorce souvent une incurvation en griffe, en raison de la brièveté acquise du support osseux ; la pulpe elle-même est moins étoffée, avec une disparition du surplomb pulpaire distal…

Figure 15.30

Replantation distale chez un enfant de 5 ans.
a. La section est nette, due à un couteau, et passe à travers la plaque de croissance de la phalange distale.
b. La fixation fait appel à deux aiguilles intradermiques qui franchissent facilement le massif cartilagineux.
c. Le fragment replanté a intégralement survécu.

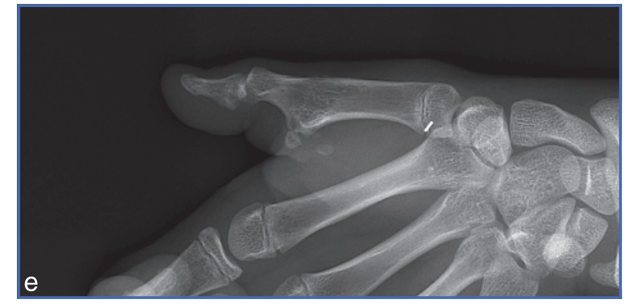


Figure 15.31

Amputation du pouce trans MP chez un enfant de 3 ans.
a. La section passe à travers la MP, elle est due à une tondeuse à gazon.
b. Résultat immédiat après replantation en arthrodèse de la MP.
c, d. Résultat clinique à 14 ans de recul.
e. Résultat radiographique à 14 ans de recul montrant le foyer d'arthrodèse de la MP.

Hétéroreplantation, redistribution digitale

En cas d'amputations multidigitales, la possibilité d'une replantation hétérotopique doit être gardée à l'esprit. C'est le plus souvent pour reconstruire le pouce que sont réalisées ces replantations hétérodigitales.

Reconstruction du pouce par hétéroreplantation

En cas d'amputation conjointe du pouce et d'un ou de plusieurs doigts longs, lorsque le pouce lui-même n'a pas été retrouvé, ou lorsqu'il est le siège de lésions contre-indiquant sa replantation, la reconstruction peut être réalisée en urgence en replantant sur la colonne du pouce l'un des doigts longs amputés. Sont susceptibles de contre-indiquer la replantation *in situ* du pouce, l'existence d'un délabrement osseux qui conduirait à un raccourcissement inacceptable, des lésions pédiculaires étagées, une perte de substance cutanée étendue circonférentielle…

Lorsqu'associée à ce pouce amputé « médiocre » existe une amputation proximale isolée d'un doigt long, la stratégie devient sans ambiguïté : la replantation après amputation proximale d'un doigt long est une mauvaise indication « théorique ». Raideur, insensibilité et exclusion risquent d'en faire un doigt inutile, voire gênant. Le replanter à sa place d'origine ne dispensera pas d'un temps ultérieur de reconstruction du pouce qui s'ajoutera aux éventuels temps complémentaires sur le doigt replanté lui-même (ténolyses, greffes nerveuses…). Replanté en situation de pouce, et voué aux mêmes raideurs articulaires, il restera un doigt utile, moins enclin à l'exclusion.

C'est dans les lésions délabrantes du bord radial de la main que ces circonstances propices à une hétéroreplantation se rencontrent de la manière la plus caricaturale : plus encore que pour les autres doigts « longs », la replantation après amputation proximale de l'index est discutable.

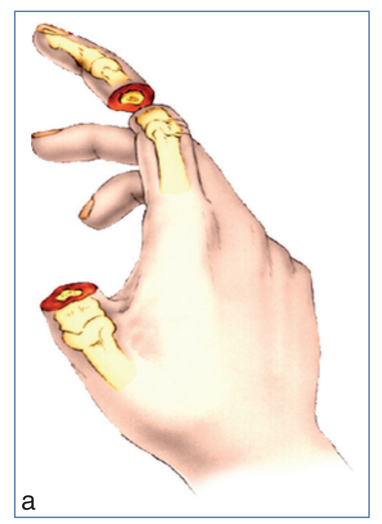
Technique chirurgicale

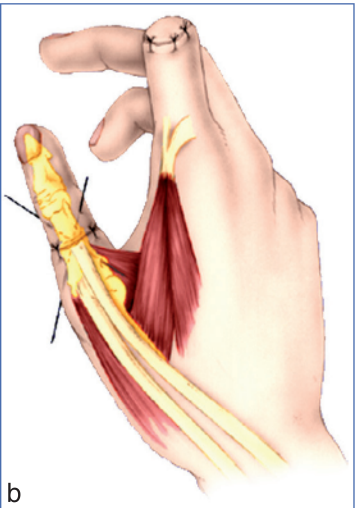
La technique utilisée en urgence doit « gérer » les différences morphologiques et anatomiques entre le pouce et l'index (deux tendons fléchisseurs et trois phalanges pour l'index, un tendon fléchisseur et deux phalanges pour le pouce).

En cas d'amputation du pouce au-delà de la métacarpophalangienne, les deux phalanges distales de l'index, (ou de tout autre doigt long amputé) peuvent être utilisées pour reconstruire le pouce phalangien (figure 15.32). L'ostéosynthèse s'effectuera entre la base de P1 du pouce et P2 de l'index. La longueur du pouce reconstruit est celle du pouce sain controlatéral, le fléchisseur profond de l'index est suturé au fléchisseur profond du pouce, les bandelettes latérales et la lame triangulaire de l'extenseur de l'index sont solidarisés au moignon proximal du long extenseur du pouce. L'intégrité de la métacarpophalangienne (et de la trapézométacarpienne), la persistance des muscles intrinsèques normalement insérés, garantissent la récupération d'un arc de mobilité normale.

En cas d'amputation du pouce en amont de la métacarpophalangienne, il faut disposer d'un doigt long amputé en amont de l'IPP pour assurer une reconstruction satisfaisante (figure 15.33). L'IPP jouera le rôle de la MP, l'IPD celui de l'IP du pouce. La persistance de la trapézométacarpienne garantit la conservation d'un arc de mobilité passive satisfaisante. La réanimation du fléchisseur extrinsèque du pouce est obtenue par suture du long fléchisseur au fléchisseur profond du doigt long utilisé. A l'inverse des pollicisation où existe, à l'issue de la reconstruction, un excès de longueur relatif sur les tendons fléchisseurs extrinsèques, la longueur du tendon est ici d'emblée exacte après suture et aucune adaptation du corps musculaire ne sera nécessaire. En ce qui concerne l'extension, la simple suture de l'un des tendons extenseurs extrinsèques du pouce à la bandelette sagittale de l'extenseur sur P1 du doigt replanté est insuffisante. Une reconstruction de l'expansion des intrinsèques est souhaitable dès le stade de l'urgence. Celle-ci n'est toutefois possible que si le doigt long est amputé en situation suffisamment proximale. On peut alors individualiser chacune des bandelettes latérales de l'extenseur sur P1. L'une sera solidarisée aux thénariens externes, l'autre à l'adducteur (figure 15.34).

Lorsque l'amputation du pouce est très proximale et a détruit l'articulation trapézométacarpienne, la solution technique consiste à replanter un doigt long dont la métacarpophalangienne est conservée. Il s'agit seulement d'un « compromis » fonctionnel car la MP du doigt replanté est incapable de restaurer le secteur de mobilité de la trapézométacarpienne. Il s'agit par ailleurs d'indications exceptionnelles, il est rare en effet de faire face conjointement à une double amputation proximale du pouce et d'un doigt long avec un pouce absent ou non replantable. Beaucoup moins rarement se rencontrent des indications de pollicisation en urgence ou différée pour ce type d'amputation proximale (voir chapitre 17, « redistribution digitale »).





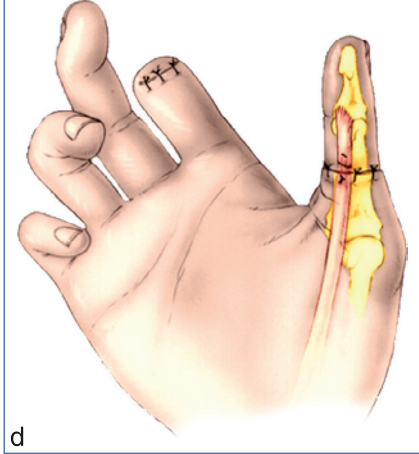


Figure 15.32

Replantations hétérotopiques (I).
a. Amputation proximale du pouce à hauteur de la base de P1, amputation de l'index au niveau de la 2e phalange.
b. Hétéroreplantation de l'index pour le pouce. Ostéosynthèse entre la base de P1 du pouce et P2 de l'index.
c. Les bandelettes latérales de l'extenseur de l'index sont solidarisées au long extenseur du pouce.
d. Le fléchisseur profond de l'index est suturé au long fléchisseur du pouce.

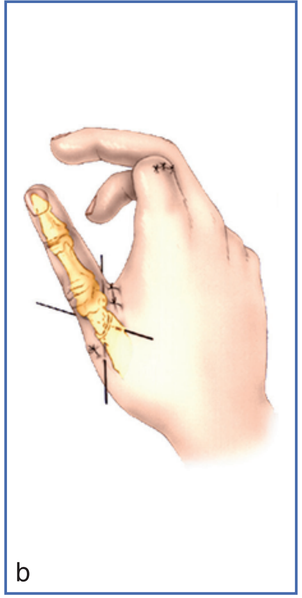


Figure 15.33

Replantations hétérotopiques (II)
a. Amputation proximale du pouce à hauteur du métacarpien et amputation de l'index en amont de l'interphalangienne proximale.
b. Ostéosynthèse entre P1 de l'index et le premier métacarpien.
c. Suture de la bandelette médiane de l'extenseur de l'index au moignon proximal du long extenseur du pouce. Utilisation des bandelettes latérales de l'extenseur de l'index pour reconstruire les thénariens externes et l'expansion aponévrotique de l'adducteur.

Figure 15.34

Hétéroreplantation de l'index pour le pouce.
a, b. Mutilation conjointe du pouce et de l'index. L'attrition du fragment correspondant au pouce rend difficile sa reposition *in situ*.
c, d. Le délabrement du pouce n'autorise pas sa replantation *in situ*. Résultat peropératoire d'une replantation hétérotopique privilégiant le pouce à partir du fragment d'index disponible.
e, f. Résultat post-opératoire immédiat.

Hétéroreplantation pour la reconstruction des doigts longs

L'amputation simultanée de plusieurs doigts longs peut également être propice à une hétéroreplantation : lorsque plusieurs doigts sont amputés l'un d'eux peut être « non replantable » *in situ* mais remplacer avantageusement le fragment amputé du doigt voisin qui doit lui impérativement être reconstruit (figure 15.35).

L'exemple type est réalisé par l'association de plusieurs amputations de doigts longs au-delà de l'IPP. Si médius et index sont amputés et qu'il existe une comminution ou un délabrement étendu du fragment distal correspondant au médius, c'est l'index qui doit être replanté en situation de 3e doigt, associé à une régularisation en tête de P1 du deuxième doigt. D'une manière générale, en cas d'amputations multidigitales affectant les doigts longs alors que le pouce est intact, priorité doit être donnée à la reconstruction du médius et de l'annulaire puis de l'auriculaire, la reconstruction de l'index devenant un dernier choix.

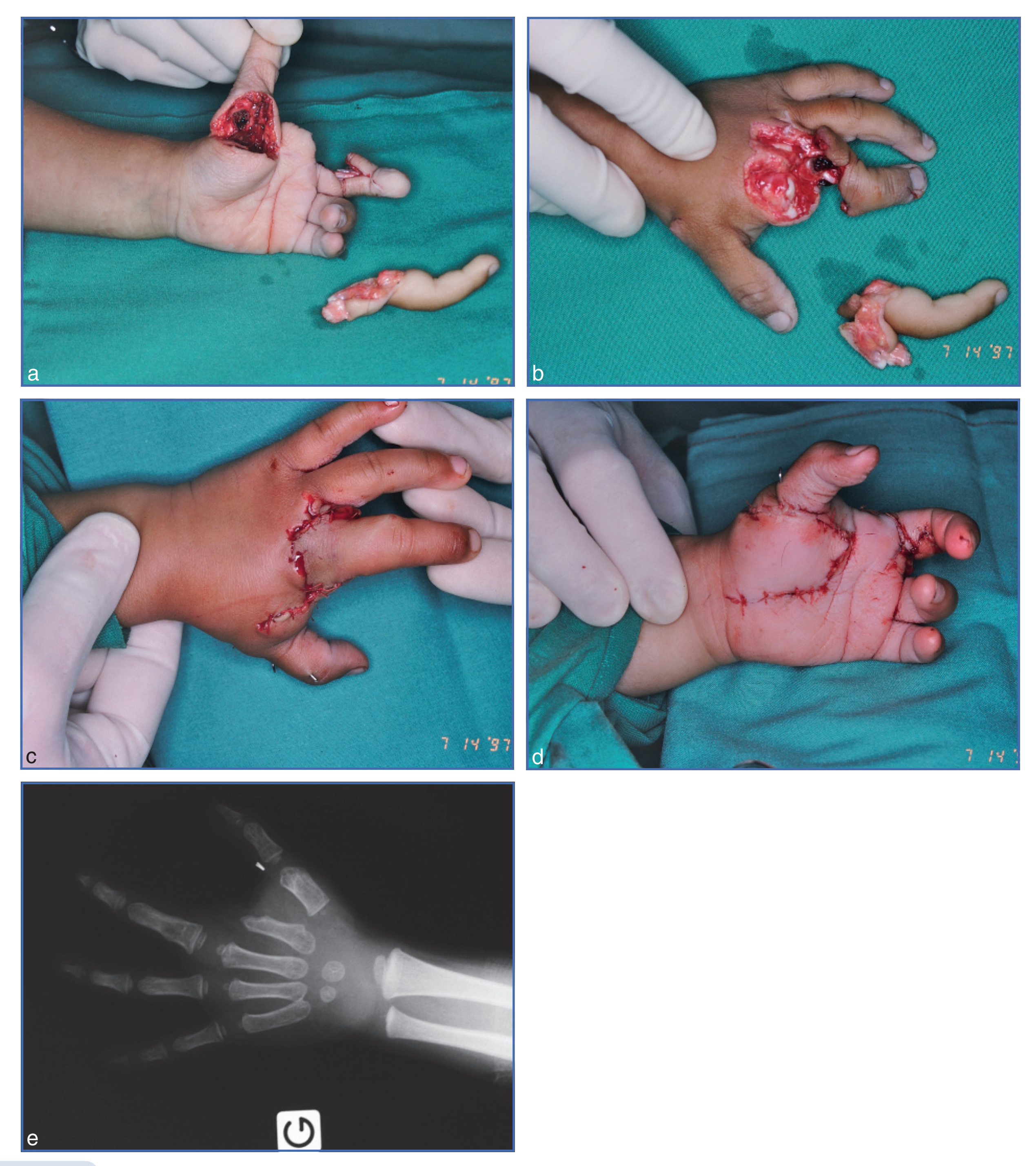


Figure 15.35

Hétéroreplantation pour les doigts longs.

a, b. Amputation de l'index et du troisième doigt associée à un délabrement palmaire du pouce avec dévascularisation due à une tondeuse chez un enfant de 6 ans. Sur l'index, l'amputation siège en trans-articulaire à hauteur de la MP et le fragment distal est intact. Sur le troisième rayon, l'amputation est incomplète, mais le fragment amputé est délabré et la section passe à travers la première phalange, préservant donc l'interligne MP.

c, d. La replantation s'est effectuée en situation hétérotopique, l'index étant replanté en situation de troisième doigt.

e. Aspect de la radiographie après consolidation définitive.

Application du principe de « doigt-banque » aux replantations digitales

En dehors des replantations hétérotopiques, un doigt amputé non replantable peut aussi servir de site donneur pour le prélèvement d'unités tissulaires destinées à la reconstruction d'un doigt voisin. Selon les cas, il s'agira de transferts non vascularisés, sous forme de greffes conventionnelles, ou d'authentiques transferts tissulaires libres rebranchés par microanastomoses sur le site receveur.

Greffes de peau et transferts libres cutanés

Tous les types de greffes de peau peuvent être prélevés sur un doigt voué à l'amputation, lorsque la peau palmaire d'un doigt est utilisée, le dégraissage devra en être particulièrement attentif car il s'agit de greffons épais dont la prise est souvent difficile.

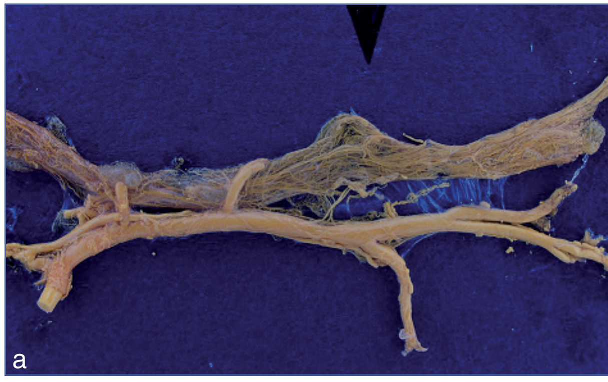
Le cas du transfert pulpaire libre prélevé sur un doigt amputé a déjà été évoqué (voir chapitre 9) en dehors du cas particulier d'une unité tissulaire pulpaire, n'importe quel territoire cutané digital, sous la dépendance d'une artère collatérale palmaire peut être prélevé sous forme d'un lambeau libre cutané destiné à la couverture d'un défect sur un doigt adjacent. Lorsque le cas clinique rencontré est celui d'une amputation multidigitale, il est possible d'utiliser ce lambeau cutané libre comme « porte pontage » assurant dans le même temps revascularisation et couverture cutanée.

Nerfs et vaisseaux

Si une artère collatérale peut être prélevée pour réaliser un pontage, on peut également utiliser le complexe nerf-artère sous forme d'une greffe nerveuse vascularisée pour reconstruire en monobloc un pédicule collatéral palmaire siège d'une perte de substance (figure 15.36). Les échanges vasculaires entre les vaisseaux épineuraux et l'artère collatérale sont tels qu'un tel greffon peut être prélevé à n'importe quel niveau du doigt, de la région commissurale jusqu'à la trifurcation terminale, et sans restriction de longueur, tout en restant viable sur le plan vasculaire [12]. Bien entendu le prélèvement de greffes nerveuses conventionnelles est également possible.

Tendon et os

Une reconstruction osseuse complexe faisant appel à une greffe osseuse conventionnelle prélevée sur le radius voire sur la crête iliaque n'est pratiquement jamais indiquée en urgence, dans le même temps qu'une replantation. Il est en effet dommage de sacrifier un site donneur pour le bénéfice d'une replantation dont le succès vasculaire est aléatoire. En revanche si un greffon osseux peut être prélevé en « doigt-banque » sur un autre doigt voué à l'amputation, cette même greffe conventionnelle devient licite. Le même type de raisonnement vaut pour les greffes tendineuses.



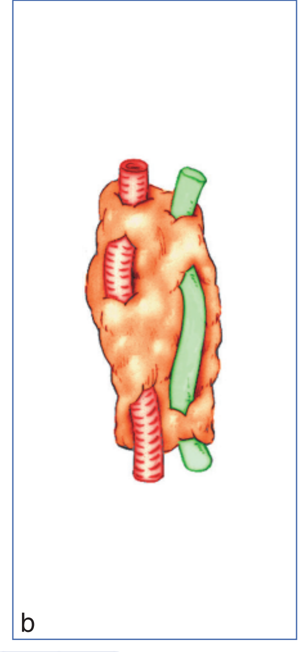


Figure 15.36

Application du principe du « doigt-banque » : greffons composites « nerf + artère ».
a. Un pédicule (artère, nerf et graisse péri-pédiculaire) est prélevé sur un doigt blessé et voué à l'amputation.
b. Ce greffon est utilisé pour rétablir la continuité artérielle et nerveuse au niveau d'un doigt replanté.
c. Préparation anatomique montrant les échanges vasculaires existant entre l'artère et le nerf collatéral. La vascularisation endoneurale du nerf collatéral palmaire provient de branches de l'artère collatérale palmaire, le drainage veineux s'effectue *via* le réseau de veines comitantes.

Articulations

Seuls les transferts articulaires vascularisés sont susceptibles de garantir la survie à long terme du cartilage articulaire, garant du maintien de la mobilité articulaire. Quelques rares situations cliniques se prêtent au prélèvement de tels transferts composites sur un doigt amputé pour reconstruire un doigt voisin.

L'interphalangienne distale comme l'interphalangienne proximale peuvent être prélevées en îlot sur une artère collatérale palmaire pour la reconstruction de l'IPP d'un autre doigt.

Pansement, soins post-opératoires et surveillance

Pansement

Après une replantation digitale, le pansement observe les règles communes à tout pansement faisant suite à une intervention chirurgicale portant sur la main (voir chapitre 16). On veillera à ne déposer aucun élément de ce pansement de manière circulaire. Sur ce pansement cotonné est appliquée une attelle plâtrée. Si la replantation a comporté une suture de tendons fléchisseurs, et *a fortiori* si cette suture s'est effectuée après recoupe sous une certaine tension, on choisira une position d'immobilisation en flexion du poignet et des métacarpophalangiennes. Ailleurs, la position de fonction dite « intrinsèque plus » est la plus appropriée pour l'immobilisation post-opératoire. L'installation au lit du malade comporte une surélévation de la main. Une simple lampe à incandescence suffit ensuite à maintenir ce doigt replanté dans une ambiance chaude propice à la vasodilatation.

Médications et traitement pendant la phase post-opératoire

Seule l'administration d'un vasodilatateur est systématique durant la période post-opératoire initiale (buflomédil, Fonzylane®), d'abord par voie intraveineuse puis par voie orale. Chez l'adulte, durant les trois premiers jours d'alitement strict, l'usage d'une héparine de bas poids moléculaire (Fraxiparine®) est également systématique. L'arrêt du tabac doit être très bien compris par le patient, avant même que la replantation ne soit entreprise. Nous avons déjà mentionné que le saignement post-opératoire doit être contrôlé, même si un saignement continu doit être utilisé pour pallier aux insuffisances du retour veineux. Il a pu être démontré qu'une anémie post-opératoire excessive pouvait jouer un rôle pronostic péjoratif [34].

Surveillance et monitoring

L'examen clinique du doigt reposé est le critère essentiel de la surveillance post-opératoire. Il apprécie la coloration et la température locale, la rapidité du pouls capillaire, ainsi que la tonicité de la pulpe, sa capacité à se remplir spontanément lorsqu'on la déprime, bon gage de sa vascularisation.

Après avoir testé de très nombreux moyens de surveillance paraclinique (monitoring de la température cutanée, utilisation du laser-doppler…), nous sommes revenus aujourd'hui à cette seule surveillance clinique de ces doigts replantés. Cette méthode suppose une excellente expérience du personnel infirmier en charge de ces patients, expérience qu'il n'est possible de transmettre que dans un service spécialisé disposant d'un flux de patient suffisant.

Complications, reprise chirurgicale

Évolution clinique dans les premières heures après une replantation

Certains aspects du tableau clinique post-opératoire immédiat doivent être connus car faisant partie de l'évolution normale possible. Ils ne doivent pas inciter à une reprise chirurgicale précoce risquant de compromettre un équilibre en train de s'installer.

L'existence d'une hyperhémie transitoire du doigt replanté : la réparation d'une et même deux veines pour une artère collatérale ne restaure pas d'emblée un parfait équilibre circulatoire. Il existe une disproportion entre l'intensité du flux artériel et l'aptitude au drainage d'une ou deux veines dorsales. Cette hyperhémie transitoire peut persister plusieurs jours, sans être péjorative, avant qu'un équilibre ne s'installe probablement du fait de l'établissement de néofonnections veineuses.

Spasmes artériels

Après avoir confirmé sous le microscope la perméabilité d'une artère collatérale palmaire, et après avoir obtenu une revascularisation cliniquement évidente du doigt

replanté, il n'est pas rare que des situations de bas débit ne s'installent. Ces spasmes artériels sont en particulier fréquents après replantation très distale. Lorsque l'ischémie a été prolongée en ambiance chaude un tel bas débit pourrait être la conséquence d'une situation de « non-reflux » transitoire. Tous ces spasmes sont en général résolutifs en moins d'une heure ; le réchauffement du malade et du doigt replanté, l'administration d'anxiolytiques ne peut être que bénéfique dans ce contexte. Dans le contexte très particulier des replantations distales nous avons été frappés par la fréquence des spasmes prolongés post-opératoires. Habituellement survient une recoloration du fragment replanté, immédiate ou différée de quelques minutes, mais parfois le spasme est présent d'emblée, au lâcher de garrot et aucune revascularisation du fragment ne survient. Nous avons observé de tels spasmes se prolongeant plus de douze heures avant de se lever spontanément. Une telle évolution est riche d'enseignement : en aucun cas il ne faut « condamner » et régulariser un fragment replanté qui ne parvient pas à se recolorer sur table. La même prudence s'impose durant les 24 premières heures, aucune urgence n'imposant une reprise précoce.

Diagnostic des complications post-opératoires

La période des 72 premières heures post-opératoires est la plus propice à la survenue de complications. Une reprise chirurgicale n'aura de chance d'être couronnée de succès que si la réintervention est précoce, quatre heures au maximum après l'apparition des premiers signes d'ischémie ou de stase veineuse.

L'ischémie par insuffisance de perfusion artérielle se traduit par une pâleur du doigt replanté, le pouls capillaire se ralentit et finit par disparaître totalement, la pulpe, lorsqu'on la déprime ne se remplit pas ou très lentement ; la température cutanée chute.

L'insuffisance veineuse se traduit par une cyanose marquée faisant suite à une phase où seule une accélération du pouls capillaire était décelable. Des pétéchies peuvent apparaître. Une augmentation transitoire de la température locale est possible suivie d'une chute rapide. En l'absence d'amélioration ou de réintervention, l'augmentation de la pression veineuse, la stase circulatoire vont retentir sur la perfusion artérielle qui se ralentit puis s'arrête.

Il est rare qu'une reprise chirurgicale soit couronnée de succès lorsqu'elle intervient à ce stade de l'arrêt de perfusion artérielle faisant suite à un problème veineux initial.

Indications et modalités des réinterventions

Certaines situations sont dans notre expérience, des contre-indications *a priori* à toute réintervention.

Les replantations très distales, trans-unguéales ne font jamais l'objet de reprise chirurgicale. La situation très distale de l'anastomose artérielle interdit toute reprise dans le but d'aller réaliser un pontage branché plus loin en distal sur le réseau artériel pulpaire. Si un pontage court était nécessaire il aura dû être réalisé lors de la première intervention. Quant à la réalisation de longs pontages autorisant un branchement plus proximal sur l'artère collatérale, elle ne nous semble pas logique dans ce contexte. On risque de plus, si l'on procède à la dissection nécessaire pour réaliser un tel pontage, de s'interdire toute réalisation ultérieure d'un lambeau d'avancement pulpaire en îlot sur cette même artère collatérale.

Lorsque la solution « maximaliste » a été adoptée dès le stade de l'urgence, une reprise précoce n'apparaît pas non plus justifiée. C'est le cas des doigts avulsés où la revascularisation a été confiée à un pontage long d'emblée, branchée à hauteur de l'IPD en distal et dans la paume en proximal. Le pontage de la longueur maximum ayant été utilisée d'emblée, et en l'absence de tout doute sur la perméabilité des sutures initiales, on ne voit pas quel bénéfice l'on pourrait tirer de la réfection d'un pontage de même longueur.

Avant toute réintervention, il convient d'éliminer, au lit du malade, par une simple réfection du pansement, qu'une cause locale telle une compression du pédicule n'est pas en cause.

Il est possible mais peu fréquent que la simple réfection d'une anastomose suffise à régler la question. Souvent un échelon supplémentaire dans l'arsenal thérapeutique devra être franchi au cours de cette reprise, en réalisant un pontage en remplacement de la suture primaire qui s'est thrombosée. Le recours aux thrombolytiques *in situ* a été proposé dans cette chirurgie de reprise [37]. Il s'agit d'une stratégie de « sauvetage » choisie en peropératoire lorsque les solutions « locale » (thrombectomie, nouvelle suture, pontage) ne sont plus suffisantes devant un thrombus étendu en aval des zones de suture. Soulignons qu'il n'est pas rare au terme d'une telle reprise de se trouver confronté en fin d'intervention à un nouveau problème cutané. À un œdème dû à l'ischémie initiale, s'ajoutent les effets de ce second épisode d'ischémie ou de stase veineuse qui a motivé la reprise. Selon les cas l'une des solutions précédemment décrites (greffe cutanée, lambeau pédiculé ou libre porte veine ou porte artère…) devra être utilisée (figure 15.24).

Indications

Règles générales

Si chaque cas est à considérer individuellement, un certain nombre de règles générales doivent être observées.

Certaines situations sont des indications absolues : c'est le cas du pouce où la replantation doit pratiquement toujours être tentée, quel que soit le mécanisme, y compris l'avulsion. C'est également le cas des amputations chez l'enfant chez qui les résultats de cette chirurgie de replantation bénéficient d'une qualité de réinnervation bien supérieure.

Dans les amputations multidigitales, la notion classique qui contre-indique la replantation en cas d'amputation en amont de l'IPP ne s'applique plus. Cette fois la priorité est à la reconstruction d'une pince pollici-digitale et la replantation d'un ou plusieurs doigts est licite. Les conditions locales peuvent requérir une hétéro replantation.

Toutes les amputations au-delà de l'IPP doivent être considérées comme des indications potentielles à une réimplantation. La mobilité conservée (et précocement entretenue) de cette articulation est le garant d'un résultat fonctionnel acceptable. Les contre-indications dans ce cadre viendront du bilan lésionnel local (*crush-avulsion*) ou général (patient âgé, fumeur...).

Les plus distales de ces amputations digitales (au niveau de l'IPD et au-delà) représentent les meilleures indications de réimplantation. Lorsque la section passe au-delà de l'interligne articulaire de l'interphalangienne distale, la mobilité de cette articulation peut souvent être conservée. De plus, l'aspect esthétique a tout à gagner de la conservation de la longueur du doigt et du lit unguéal. À cet égard, une replantation réussie donne un résultat supérieur à celui obtenu par un lambeau local de couverture. Lorsqu'aucun nerf n'a pu être suturé, un certain degré de neurotisation de contiguïté suffit à donner une sensibilité pulpaire utile. Ailleurs, un lambeau sensible d'avancement à partir de la pulpe proximale peut être utilisé secondairement pour resensibiliser la pulpe distale. La replantation aura alors pour mérite essentiel de conserver un appareil unguéal intact.

La possibilité d'un échec vasculaire doit être gardée en mémoire lors du geste technique. En effet, en cas d'échec, la tentative de réimplantation ne doit pas se solder par une amputation plus proximale que celle qui aurait pu être réalisée en première intention. Ceci est particulièrement vrai des amputations très distales où, en l'absence de suture veineuse, le taux d'échec avoisine les 40 %. Il est exceptionnel qu'un pontage artériel soit licite pour ces replantations très distales. L'abord pédiculaire qu'il impose risque, en cas d'échec ultérieur, de rendre impossible tout lambeau local de couverture du moignon imposant une amputation plus proximale.

Contre-indications

Les contre-indications d'ordre général à cette chirurgie de replantation sont facilement délimitées. Ce sont celles où l'intérêt vital du patient prime, en cas de polytraumatisme par exemple.

Chez le patient fumeur, l'arrêt total du tabac doit être établi par contrat tacite avec le patient avant le geste chirurgical lui-même.

La reposition d'une amputation proximale unique d'un doigt long ne saurait être entreprise que poussée par des impératifs particuliers : femme jeune surtout préoccupée par l'aspect esthétique, patient aux très fortes motivations fonctionnelles. Dans ce cas le patient sera prévenu du résultat fonctionnel prévisible de ces replantations, de la durée de rééducation exigée et de la probabilité de gestes chirurgicaux ultérieurs.

Quels que soient le niveau et le doigt concerné, lorsque l'amputation est due à un mécanisme d'avulsion, l'indication de reposition doit être regardée avec circonspection. Ce mécanisme va conduire à des artifices techniques sophistiqués qui ne garantissent pas le résultat.

La mise en œuvre de ces moyens apparaît justifiée pour le pouce, chez un enfant, mais plus discutable en cas d'avulsion proximale d'un doigt long chez un adulte.

Références

[1] Akyurek M, Safak T, Kecik A. Fingertip replantation at or distal to the nail base : use of the technique of artery-only anastomosis. Ann Plast Surg 2001 ; 46(6) : 605–12.

[2] al Qattan MM, Boyd JB. Use of a vena comitans as a vein graft in digital replantation. Microsurgery 1994 ; 15(2) : 149.

[3] Arnez ZM, Lister GD. The posterior interosseous arterial graft. Plast Reconstr Surg 1994 ; 94(1) : 202–6.

[4] Bieber EJ, Wood MB, Cooney WP, et al. Thumb avulsion : results of replantation/revascularization. J Hand Surg [Am] 1987 ; 12(5) : 786–90.

[5] Braun JB, Werner JF, BorellyJ Foucher G, et al. Quelques notions d'anatomie artérielle de la main et leurs applications chirurgicales. Ann Chir Main 1979 ; 3 : 701–6.

[6] Brody GA, Maloney WJ, Hentz VR. Digit replantation applying the leech Hirudo medicinalis. Clin Orthop Relat Res 1989 ; 245 : 133–7.

[7] Brown ML, Wood MB. Techniques of bone fixation in replantation surgery. Microsurgery 1990 ; 11(3) : 255–60.

[8] Brown PW. Less than ten-Surgeons with amputated fingers. J Hand Surg [Am] 1982 ; 7(1) : 31–7.

[9] Dautel G. Fingertip replantation in children. Hand Clin 2000; 16(4) : 541–6.

[10] Dautel G, Barbary S. Mini replants : fingertip replant distal to the IP or DIP joint. J Plast Reconstr Aesthet Surg 2007; 60(7) : 811–5.

[11] Dautel G, Ferreira AP, Corcella D, Merle M. Replantations digitales distales. A propos d'une série de 61 cas. La Main 1997; 2 : 329–35.

[12] Dautel G, Merle M. The blood supply of digital nerves : A microanatomical study of superficial and deep palmar venous networks. J Hand Surg 1992; 17B : 632–7.

[13] Edwards EA. Organisation of the small arteries of the hand and digits. Am J Surg 1960; 99 : 837–46.

[14] Faivre S, Lim A, Dautel G, et al. Adjacent and spontaneous neurotization after distal digital replantation in children. Plast Reconstr Surg 2003; 111(1) : 159–65. discussion 166.

[15] Foucher G, Citron N, Merle M, et al. La revascularisation des arrachements digitaux par bagues. Ann Chir Main 1986; 5 : 256–9.

[16] Foucher G, Norris RW. The venous dorsal digital island flap or the "neutral" flap. Br J Plast Surg 1988; 41(4) : 337–43.

[17] Foucher G, Sammut D. Preoperative cooling and storage of amputated digits. J Reconstr Microsurg 1990; 6(1) : 71.

[18] Goldner RD, Howson MP, Nunley JA, Fitch RD, Belding, NR, Urbaniak JR. One hundred eleven thumb amputations : replantation vs revision. Microsurgery 1990; 11(3) : 243–50.

[19] Gordon L, Leitner DW, Buncke HJ, et al. Partial nail plate removal after digital replantation as an alternative method of venous drainage. J Hand Surg [Am] 1982; 10(3) : 360–4.

[20] Hamilton RB, O'Brien BM, Morrison A, et al. Survival factors in replantation and revascularization of the amputated thumb--10 years experience. Scand J Plast Reconstr Surg 1984; 18(2) : 163–73.

[21] Han SK, Chung HS, Kim WK. The timing of neovascularization in fingertip replantation by external bleeding. Plast Reconstr Surg 2002; 110(4) : 1042–6.

[22] Honda T, Nomura S, Yamauchi S, et al. The possible applications of a composite skin and subcutaneous vein graft in the replantation of amputated digits. Br J Plast Surg 1984; 37(4) : 607–12.

[23] Iglesias M, Serrano A. Replantation of amputated segments after prolonged ischemia. Plast Reconstr Surg 1990; 85(3) : 425–9.

[24] Ikeda K, Yamauchi S, Hashimoto F, et al. Digital replantation in children : a long-term follow-up study. Microsurgery 1990; 11(4) : 261–4.

[25] Kamei K, Sinokawa Y, Kishibe M. The venocutaneous fistula : a new technique for reducing venous congestion in replanted fingertips. Plast Reconstr Surg 1997; 99(6) : 1771–4.

[26] Komatsu S, Tamai S. Successful replantation of a completely cut-off thumb. Plast Reconstr Surg 1968; 42 : 374–7.

[27] Koshima I. Atypical arteriole anastomoses for fingertip replantations under digital block. J Plast Reconstr Aesthet Surg 2008; 61(1) : 84–7.

[28] Leslie BM, Ruby LK, Madell SJ, et al. Digital artery diameters : an anatomic and clinical study. J Hand Surg [Am] 1987; 12(5 Pt 1) : 740–3.

[29] Lucas GL. The pattern of venous drainage of the digits. J Hand Surg 1984; 9A : 448–50.

[30] Martin DL, Kaplan IB, Kleinert JM. Use of a reverse cross-finger flap as a vascularized vein graft carrier in ring avulsion injuries. J Hand Surg [Am] 1990; 15(1) : 155–9.

[31] Merle M, Dautel G. Advances in digital replantation. Clinics Plast Surg 1997; 24 : 88–105.

[32] Meyer VE. Microsurgery : indications and organization. Helv Chir Acta 1981; 47(6) : 781–95.

[33] Meyer VE, Zhong-Wei C, Beasley RW. Basic technical considerations in reattachment surgery. Orthop Clin North Am 1981; 12(4) : 871–95.

[34] Niibayashi H, Tamura K, Fujiwara M, et al. Survival factors in digital replantation : significance of postoperative anaemia. J Hand Surg [Br] 2000; 25(5) : 512–5.

[35] Nunley JA, Goldner RD, Urbaniak JR. Skeletal fixation in digital replantation. Use of the "H" plate. Clin Orthop Relat Res 1987; 214 : 66–71.

[36] Nystrom A, Backman C. Replantation of the completely avulsed thumb using long arterial and venous grafts. J Hand Surg [Br] 1991; 16(4) : 389–91.

[37] Parkhouse N, Smith PJ. The use of streptokinase in replant salvage. J Hand Surg [Br] 1991; 16(1) : 53–5.

[38] Smith DO, Chikayoshi O, Chihiro K, et al. The distal venous anatomy of the fingers. J Hand Surg 1991; 16A : 303–7.

[39] Smith DO, Oura C, Kimura C, et al. Artery anatomy and tortuosity in the distal finger. J Hand Surg 1991; 16A : 297–302.

[40] Smith DO, Tajima N, Oura C, et al. Digital artery tortuosity and elasticity : a biomechanical study. J Reconstr Microsurg 1991; 7 : 105–8.

[41] Strauch B, De Moura W. Arterial system of the finger. J Hand Surg 1990; 15A : 150–4.

[42] Taras JS, Nunley JA, Urbaniak JR, et al. Replantation in children. Microsurgery 1991; 12 : 216–20.

[43] Tsai TM, Matiko JD, Breidenbach W, et al. Venous flaps in digital revascularization and replantation. J Reconstr Microsurg 1987; 3(2) : 113–9.

[44] Tsaï TM, Mc Cabe SJ, Maki Y. A technique for replantation of the fingertip. Microsurgery 1989; 10 : 1–4.

[45] Van Beek AL, Kutz JE, Zook EG. Importance of the ribbon sign, indicating unsuitability of the vessel, in replanting a finger. Plast Reconstr Surg 1978; 61(1) : 32–5.

[46] Weiland AJ, Raskin KB. Philosophy of replantation 1976–1990. Microsurgery 1990; 11(3) : 223–8.

[47] Weiland AJ, Villarreal-Rios A, Kleinert HE, et al. Replantation of digits and hands : analysis of surgical techniques and functional results in 71 patients with 86 replantations. Clin Orthop Relat Res 1978; 133 : 195–204.

Chapitre 16

Replantations de la main

G. Loda
Avec la collaboration de M. Merle

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

La replantation d'une main est certes spectaculaire mais peut paraître moins exigeante sur le plan technique qu'une replantation digitale. En fait, les problèmes à résoudre restent nombreux compte tenu de l'ischémie des masses musculaires, des choix techniques liés à l'ostéosynthèse du squelette radiocarpien et carpométacarpien, des exigences de la revascularisation, de la réparation nerveuse et enfin du traitement des pertes de substance cutanée qui accompagnent ce type de traumatisme.

Principes généraux

Critères de récupération

Depuis la première replantation de bras réalisée par Malt à Boston en 1962, il apparaît que la qualité de la récupération fonctionnelle dépend directement de la qualité de la régénération nerveuse. Il est classique de définir le niveau d'amputation sur les critères radiologiques qui précisent le lieu de la fracture du squelette. Notre expérience est différente et montre que les critères de replantation doivent se fonder avant tout sur le niveau de la lésion nerveuse et non sur celui de la fracture osseuse [8, 9].

Le problème n'est pas d'assurer seulement la survie du membre, mais aussi son devenir fonctionnel. Il est assez classique d'observer une désarticulation de la main au poignet et une avulsion nerveuse au niveau de l'avant-bras, tout comme nous avons pu observer une désarticulation du coude avec avulsion du plexus brachial.

Cette prédominance de la récupération nerveuse doit faire rechercher une technique de réparation primaire des nerfs sans tension, même au prix d'un raccourcissement du squelette.

Notre expérience confirme également celle des autres équipes concernant le pronostic fonctionnel en fonction du niveau d'amputation. Les amputations proximales, c'est-à-dire comprises entre le tiers inférieur de l'avant-bras et la carpométacarpienne, ont un pronostic fonctionnel meilleur que les amputations distales transmétacarpiennes. À ce niveau, il est difficile d'espérer une récupération des intrinsèques et les réparations tendineuses et vasculonerveuses sont techniquement plus difficiles [9].

Bilan lésionnel

Le bilan initial doit préciser le mécanisme lésionnel : section franche, avulsion et écrasement se rencontrent isolément ou en association. À ces mécanismes peuvent s'ajouter les manœuvres de retrait de la machine qui provoquent des lésions d'élongation supplémentaires.

En fait, les sections franches restent exceptionnelles et les niveaux lésionnels varient en fonction de la résistance élastique des tissus qui n'est pas la même pour les artères, les veines et les nerfs.

La stratégie de replantation est liée aux mécanismes lésionnels. Elle est différente pour une amputation franche, une amputation par écrasement ou par avulsion, de plus les différents mécanismes lésionnels peuvent se combiner.

Bilan général

L'état général du patient doit être parfaitement évalué pour décider de la replantation.

L'histoire clinique précisera s'il s'agit d'un monotraumatisme, car il est difficilement envisageable de réaliser pendant plusieurs heures une replantation si le blessé est porteur d'un traumatisme crânien, thoracique, abdominal… Les déperditions sanguines doivent être connues car une replantation de main au moment du lâcher du garrot peut générer une perte sanguine importante. L'âge, le diabète, le tabac sont des facteurs influençant directement le taux de succès et la qualité du résultat fonctionnel.

Par ailleurs, il est important de déterminer l'apport fonctionnel réel qu'apportera la main replantée à un travailleur manuel exigeant. Une section franche donnera un résultat fonctionnel supérieur à la meilleure des prothèses, ce qui n'est pas le cas pour une main avulsée, dont les nerfs n'auront pu être réparés que par greffe.

Autant chez la femme, pour des raisons esthétiques, il existe peu de contre-indication à la replantation, autant chez le travailleur manuel exigeant, il est important de lui expliquer les limites de cette chirurgie et le handicap que peut représenter une main insensible et non fonctionnelle.

Avec la microchirurgie, il est presque toujours possible de replanter une main, mais c'est parfois une erreur d'être jusqu'au-boutiste et c'est par la seule expérience du chirurgien que l'on acquiert la rigueur dans les indications.

Conditions de transport

Nous avons vu les conditions de transport des doigts amputés (voir chapitre 15). Toute erreur de convoyage est à l'origine de complications, voire de contre-indications à la replantation et seule une campagne d'information répétitive arrivera à les corriger.

Rappelons que le membre amputé doit être entouré d'une compresse puis enfermé dans un sac plastique étanche et déposé sur la glace, ceci pour assurer une protection des tissus contre l'anoxie en les amenant à 4 C (figure 16.1a).

Figure 16.1

Amputation de main, désarticulation radiocarpienne.
a. Conditions de transport satisfaisantes : fragment amputé au contact de la glace mais isolée de celle-ci par une enveloppe étanche.
b. La section est relativement nette à hauteur du poignet.
c, d. Aspect radiographique. La replantation s'effectue en arthrodèse radiocarpienne transitoire à l'aide d'une broche axiale et de broches antirotatoires.
e, f. Résultat fonctionnel : la fonction des extrinsèques est satisfaisante autorisant les prises pollici-digitales.

Au niveau du moignon, il est inutile de mettre en place un garrot, qui créerait un deuxième niveau lésionnel. Un simple pansement compressif suffit à assurer l'hémostase des artères radiale, cubitale, et éventuellement interosseuses.

Définition de l'amputation

Ce chapitre est exclusivement consacré à l'amputation totale de la main. Il est important de différencier amputation et dévascularisation. Dans ce dernier cas, il subsiste une continuité de certains éléments tissulaires (peau-tendons…) qui vont transformer le pronostic bien que la main soit totalement dévascularisée. En effet, ces tissus en continuité assurent bien souvent le retour veineux et lymphatique, il est donc essentiel, lors du parage, de préserver ces ponts tissulaires.

Les techniques de revascularisation ont été développées au chapitre 8. Notre propos est ici de présenter la technique de reposition d'un membre totalement sectionné.

Conséquences de l'ischémie sur la main amputée

L'arrêt circulatoire dans la main amputée a des conséquences importantes mais variables selon les tissus concernés.

L'anoxie associée aux catabolites peut entraîner des lésions tissulaires définitives. Ceci explique l'importance de limiter ces effets en réalisant des conditions de transport parfaites en hypothermie et en revascularisant au plus vite les tissus (voir chapitre 2).

La peau et le tissu sous-cutané sont particulièrement tolérants à l'ischémie dans la mesure où la réfrigération à 4 °C a été effectuée. Ainsi, nous avons pu replanter avec succès le scalp d'un enfant de 4 ans qui a dû subir un transport de plus de 1 000 km pour arriver dans notre service.

Anderl [2] a rapporté également un cas de transfert d'un lambeau inguinal qui avait été ischémie 30 heures à 4 °C.

L'ischémie osseuse est assez bien tolérée chez l'adulte durant les 4 à 5 premiers jours selon Albrektsson [1]. Mais il semble qu'après 12 heures d'ischémie, on observe un retard à la formation du cal osseux. Chez l'enfant, la tolérance à l'ischémie est moindre car les cartilages de croissance s'altèrent dès la fin de la deuxième heure.

Les lymphatiques voient leur paroi s'altérer dès la 8^{e} heure. Après replantation, la réorganisation débute au 4^{e} jour post-opératoire pour être fonctionnelle entre le 8^{e} et le 14^{e} jours [3].

L'ischémie du système nerveux périphérique entraîne de nombreuses perturbations métaboliques dès la 8^{e} heure, en particulier au niveau de la barrière hématoneurale, de la conduction axonale et de la plaque motrice. L'œdème qui s'installe réalise un véritable syndrome compartimental. Pour éviter, après revascularisation, les méfaits de l'œdème, il est fondamental de réaliser une aponévrotomie de tous les compartiments de l'avant-bras et des espaces intermétacarpiens et de libérer le nerf médian au canal carpien et le nerf cubital à la loge de Guyon. En revanche, il est inutile de réaliser une neurolyse intraneurale qui risque d'endommager la vascularisation des nerfs.

Le muscle est également très sensible à l'arrêt circulatoire. Il convient d'assurer un débit sanguin de 1,35 à 6 mL/min pour 100 g de muscle pour maintenir son activité métabolique. L'ischémie crée un état anaérobique propice à l'acidose métabolique puis à la surinfection. L'accumulation de catabolites dans les masses musculaires doit être prise en compte au moment de la remise en fonction de la circulation artérielle [3]. Pour éviter l'envoi dans la circulation générale de ces catabolites qui créent d'importants troubles de la perméabilité vasculaire périphérique, il est prudent de ne pas réanastomoser le système veineux avant d'avoir « lavé » la main replantée avec le sang artériel.

Il est spectaculaire d'observer, pendant la première minute de recirculation, le retour veineux qui est de couleur « lie de vin ». Pendant cette période, une vasodilatation s'instaure entraînant une déperdition sanguine importante qui doit être prise en compte par l'équipe d'anesthésistes. Si l'ischémie des masses musculaires a été longue au niveau du moignon, il est prudent d'en faire l'excision pour éviter toute nécrose et infection secondaire. Au niveau de la main, il est fondamental de réaliser une aponévrotomie de tous les interosseux pour limiter les effets de l'œdème qui ne manque pas de s'installer après la revascularisation.

Principes techniques

Préparation des extrémités

Extrémité distale

Dès l'arrivée du blessé, l'équipe chirurgicale prépare la main à replanter. Au préalable, celle-ci aura été radiographiée afin de mieux définir le temps d'ostéosynthèse. La main est d'abord brossée, lavée avec un antiseptique non colorant. Si la main est maculée de graisse, il est utile de l'éliminer par de l'éther afin de faciliter la surveillance post-opératoire de la vascularisation.

Le parage cutané élimine les tissus contus ou définitivement dévitalisés. Les incisions cutanées doivent permettre de réaliser des aponévrotomies et d'exposer les tissus à réparer.

Dans les amputations proximales, l'incision antérieure palmaire ouvre la loge antébrachiale et se prolonge dans le canal carpien. C'est à ce niveau que tous les éléments tendineux sont aisément repérés ainsi que le nerf médian puis le nerf cubital et l'artère après ouverture de la loge de Guyon.

L'artère radiale est abordée, soit dans la gouttière radiale si la ligne d'amputation passe dans le tiers inférieur de l'avant-bras, soit au sommet du premier espace interosseux dorsal si l'amputation est plus distale. Si l'amputation est transmétacarpienne, l'abord palmaire peut être effectué soit en décollant le revêtement cutané réalisant un lambeau à charnière distale, soit en multipliant les incisions de type Brunner.

À l'issue de cette préparation palmaire, tous les éléments palmaires tendineux, vasculonerveux sont identifiés et suffisamment disséqués pour permettre leur réparation. En cas de contusion, un examen minutieux sous loupe binoculaire ou sous microscope permettra de déterminer le niveau de recoupe. Dans ce cas il faudra déterminer quel raccourcissement du squelette est nécessaire pour autoriser une réparation nerveuse et vasculaire sans tension. Si le raccourcissement est trop important et conduit à un handicap fonctionnel et esthétique inacceptable, l'alternative technique est de recourir à des pontages vasculaires et à des greffes nerveuses, ces dernières étant effectuées secondairement.

La préparation de la face dorsale de la main est plus rapide car les tendons extenseurs sont facilement identifiés. Il en est de même pour les branches sensitives des nerfs radial et cubital.

Le réseau veineux est également facilement repérable avec, cependant, la nécessité d'utiliser des veines qui ne soient pas contuses.

Plus délicate est l'appréciation de la vitalité potentielle du revêtement cutané dorsal. Car les lambeaux *a contrario* créés par le traumatisme sont souvent voués à la nécrose. Il est donc prudent d'envisager, à l'issue de cette préparation, les moyens de couvrir l'appareil extenseur et les réparations veineuses.

Le dogme, largement diffusé au début de la chirurgie de replantation, qui imposait de réparer deux veines pour une artère a fait long feu. Dans les traumatismes complexes, il est bien difficile de trouver plus de deux veines qui autorisent une suture directe sans aucun pontage. Notre expérience a montré des succès avec une seule veine réparée, en sachant qu'un réseau veineux de suppléance commence à s'installer dès le 5^{e} jour post-opératoire.

Au terme de cette préparation de la main à replanter, il est fondamental de s'assurer que l'aponévrotomie palmaire et dorsale des muscles interosseux a été réalisée afin d'éviter tout syndrome compartimental.

D'autre part, dans les amputations proximales, il convient d'éliminer tous les fragments musculaires attachés aux tendons qui ne se revasculariseront pas et dégénèreront en bloc fibreux.

Extrémité proximale

La préparation du moignon proximal s'effectue sous garrot pneumatique après lavage, brossage, parage et aponévrotomie. Les éléments tendineux et vasculonerveux sont isolés et leur identification permet d'assurer une réparation anatomique avec la partie distale du membre à replanter (figure 16.2e).

La dissection des éléments vasculonerveux doit se limiter au minimum nécessaire pour assurer une réparation microchirurgicale. Les éléments vasculaires seront observés sous microscope à la recherche d'une contusion de la paroi ou d'une rupture sous-adventitielle.

Avant replantation, il est prudent de tester la qualité du débit sanguin lorsque le traumatisme comporte un mécanisme d'avulsion, car une rupture sous-adventitielle située à distance de l'amputation peut arrêter tout débit et imposer la réalisation d'un pontage.

Stabilisation du squelette

C'est un temps opératoire important qui nécessite le choix de techniques fiables, rapides et solides, mettant le blessé à l'abri de débricolage, source d'ostéite et de pseudarthroses toujours difficiles à traiter secondairement.

Le raccourcissement osseux est de règle sur quelques millimètres voir plusieurs centimètres pour permettre une suture sans tension des vaisseaux et des nerfs.

L'ostéosynthèse des amputations du tiers distal de l'avant-bras est résolue par des plaques à compression.

Si l'amputation est au niveau de l'articulation radiofubitale inférieure, il sera nécessaire d'envisager une résection de l'extrémité inférieure du cubitus selon Darrach ou une arthrodèse-arthroplastie selon Sauvé-Kapandji pour préserver la prosupination. Une amputation plus distale pose le problème de la résection arthroplastique de la première rangée des os du carpe. Si l'on tient à préserver la mobilité du fragment, il est préférable de maintenir une distraction

Figure 16.2

a, b. Amputation par scie circulaire au tiers inférieur de l'avant-bras droit chez une femme. La section des tendons et des pédicules vasculonerveux est relativement franche.
c, d. La fracture du radius est comminutive et impose une recoupe du squelette sur 3 cm, ce qui facilitera le parage des tendons, des vaisseaux et des nerfs.
e. Les éléments tendineux et vasculonerveux sont identifiés et les tendons superficiels sont réparés pour être utilisés ultérieurement pour restaurer la fonction des intrinsèques.
f. En fin d'intervention, le bon équilibre entre la réparation des extenseurs et des fléchisseurs doit placer les doigts en semi-flexion.

Figure 16.2

Suite.

g. Une orthèse statique est réalisée au 5e jour post-opératoire en position de protection du poignet et des doigts afin de limiter l'enraidissement articulaire.
h, i. Résultat fonctionnel à un an, la sensibilité est discriminative à 12 mm dans le territoire du nerf médian, un transfert de petit palmaire selon Camitz favorise la pince pollici-digitale.

de cette nouvelle articulation radiocarpienne en utilisant un fixateur externe.

Lors de la résection de la première rangée des os du carpe, il est important de conserver l'appareil capsuloligamentaire palmaire et dorsal afin de le réinsérer pour assurer la stabilité de la néoarticulation.

L'avantage des techniques d'ostéosynthèse par fixateur externe est la résolution plus aisée du problème de la couverture cutanée dans ces traumatismes complexes.

La stabilisation du squelette radiocarpien peut être également assurée par des clous de Steinmann introduits par les 2e et 3e espaces intermétacarpiens ou par un clou de Rush introduit en va et vient par la tête du grand os et à travers le 3e métacarpien pour venir ensuite se fixer dans la diaphyse du radius. Ce dernier procédé d'ostéosynthèse peut permettre une arthrodèse temporaire en cas de résection de la première rangée du carpe, mais aussi une arthrodèse définitive selon le principe de Mannerfelt [11]. Dans ce cas, le blocage définitif est assuré par une broche de Kirschner à visée anti-rotatoire ou par une agrafe de Blunt radiocarpienne (figure 16.1d).

Dans les fracas du poignet, les os du carpe sont souvent énucléés ou pulvérisés. Il est alors légitime d'envisager une ostéosynthèse directe de la base des métacarpiens au niveau du radius à l'aide de broches axiales. Au préalable, les métacarpiens auront été solidarisés entre eux par une broche de Kirschner transversale.

Les amputations transmétacarpiennes bénéficient d'une ostéosynthèse intramédullaire utilisant une partie d'un clou de Steimann de 2 à 3 mm de diamètre complétée par une broche oblique à visée anti-rotatoire. Cette méthode est rapide et assure une bonne solidité du montage [12].

Une autre possibilité est l'utilisation de plaques d'ostéosynthèse qui assurent une grande solidité, mais leur mise en place est longue, prolongeant le temps d'ischémie (figure 16.2d)

Si l'amputation transmétacarpienne est oblique, l'articulation métacarpophalangienne, soit de l'index, soit de l'auriculaire peut être détruite. Il est alors possible, si le revêtement cutané est de qualité, d'assurer son remplacement prothétique en urgence par un implant DePuy-Neuflex®.

Techniques de revascularisation

Dans les amputations distales

Lors des amputations transmétacarpiennes, il n'est pas toujours possible de réparer directement l'arcade palmaire superficielle ou les artères digitales. Dans ce cas, il est préférable de réaliser des pontages veineux entre l'artère cubitale et les artères digitales qui seront anastomosées en terminolatéral avec le pontage.

Si l'arcade palmaire superficielle est intacte, l'opérateur peut monter deux pontages veineux en terminolatéral qui viendront s'anastomoser avec les artères digitales des 2e et 4e espaces. L'artère digitale du 3e espace n'est pas nécessairement réparée car le majeur est revascularisé par l'artère digitale du 2e espace.

Pour éviter de multiples pontages, lorsque l'arcade palmaire superficielle est détruite, on utilisera l'arcade veineuse

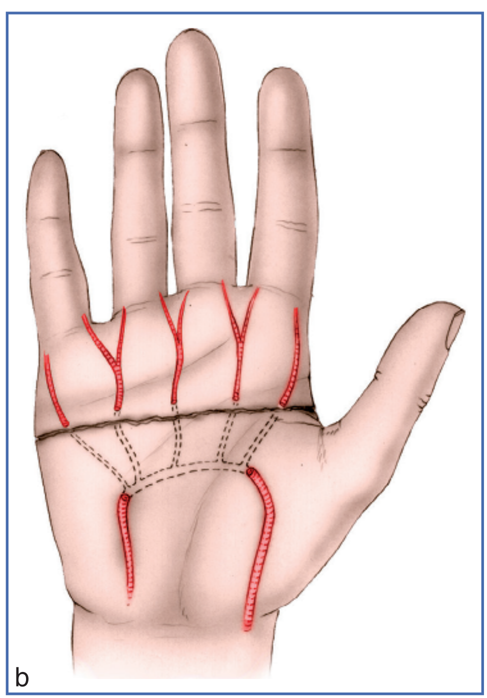


Figure 16.3

Utilisation de l'arcade veineuse du dos du pied pour reconstruire l'arcade palmaire superficielle.
a. L'arcade veineuse proprement dite est utilisée pour reconstruire l'arcade palmaire superficielle.
b. Les branches afférentes de cette arcade sont utilisées pour revasculariser les artères digitales communes. Seul un très court segment de ces branches veineuses afférentes est conservé, de manière à autoriser le branchement terminoterminal, tout en éliminant les risques de présence d'une valvule.

superficielle du dos du pied avec ses branches de division [12, 14, 15]. Celle-ci sera anastomosée à l'artère radiale et cubitale et les collatérales directement avec les artères digitales (figure 16.3).

Lorsque le pouce doit être revascularisé de manière isolée, on utilisera l'artère interosseuse postérieure qui sera sectionnée à la partie proximale de l'avant-bras. Cette artère sera retournée au niveau de son anastomose avec l'interosseuse antérieure pour être ensuite suturée avec l'artère principale du pouce.

Dans les amputations proximales

Après raccourcissement du squelette, la suture directe des artères radiale et cubitale est le plus souvent possible (figure 16.2). Mais en cas de contusion, la continuité vasculaire est rétablie par greffe veineuse.

Dans certains cas d'avulsion où seul un pédicule est réparable, on peut envisager une revascularisation croisée en anastomosant l'artère radiale avec l'artère cubitale.

Plus rare est l'utilisation du réseau artériel dorsal qui, par ses communicantes commissurales, assure la perfusion des artères collatérales des doigts.

Principes techniques de la microchirurgie vasculaire

Il est important de réparer des vaisseaux sains, non contus, ni avulsés et ne présentant pas de rupture sous-adventitielle. Au moindre doute, il est préférable de réaliser une recoupe en zone saine et de rétablir la continuité vasculaire par un greffon veineux plutôt que d'exposer le blessé à une thrombose secondaire qui nécessitera de toute façon la réalisation d'un pontage mais dans des conditions plus défavorables.

Le pontage, en fonction des vaisseaux à réparer, provient de la basilique, de la céphalique, de la saphène, mais aussi de l'arcade dorsale du dos du pied et pour les plus petits vaisseaux de la face antérieure du poignet.

Les greffes veineuses ne doivent pas être trop courtes car elles se thrombosent, ni trop longues, car elles créent alors un effet de serpentin (« king-king ») à l'origine d'un ralentissement du débit.

Le rétablissement de la continuité artérielle n'est pas nécessairement réalisé par une greffe veineuse. L'artère radiale ou cubitale peut servir de greffon pour réparer un des deux axes principaux de la main. Dans ce cas, il est possible, pour des raisons de couverture cutanée, d'utiliser

l'artère et son unité cutanée réalisant un lambeau chinois radial ou son équivalent avec l'artère cubitale. Ce lambeau cutané peut comporter le nerf cubital qui servira de greffe nerveuse vascularisée, afin de rétablir la continuité du nerf médian. C'est le principe du lambeau composite porte-artère.

Réparation nerveuse

Nous avons vu que le pronostic fonctionnel dépendait de la qualité de la régénération nerveuse. Il est important de réunir en urgence toutes les conditions locales pour réaliser une réparation primaire microchirurgicale des nerfs sans tension, par suture interfasciculaire et épipérineurale (voir chapitre 14).

Dans les amputations proximales de la main, la réparation est souvent de qualité et l'orientation globale du nerf cubital assurée, dans la mesure où le contingent à destinée musculaire est individualisé du contingent à destinée sensitive.

Plus aléatoire est la réparation du nerf médian dont on ne peut garantir la récupération de la branche thénarienne. En revanche, dans les amputations distales transmétacarpiennes il n'y a pas de possibilité d'assurer la récupération fonctionnelle des intrinsèques dépendant du cubital. Les nerfs digitaux, eux, sont facilement repérables.

Les pertes de substance nerveuse restent un problème délicat à résoudre lors de la replantation car il est difficile, dans les traumatismes par avulsion ou avec contusion étendue, de déterminer avec précision le niveau lésionnel. Dans ce cas, il est préférable de fixer les extrémités au squelette ou aux aponévroses et de réaliser des greffes nerveuses deux à trois mois plus tard.

Réparations tendineuses

Elles sont réalisées après le temps d'ostéosynthèse et avant les temps microchirurgicaux. Nous utilisons les techniques développées au chapitre 10, en privilégiant la combinaison d'un point en cadre de Kessler modifié avec une suture axiale selon Tsuge. Si les lésions siègent à la jonction musculotendineuse, il est nécessaire d'effectuer une réimplantation des tendons dans la masse musculaire. Il est important de réparer les tendons fléchisseurs superficiels et profonds afin de préserver le capital tendineux pour d'éventuels transferts si la paralysie médiofubitale laissait subsister des séquelles trop importantes.

Après réparation des tendons fléchisseurs, les doigts se retrouvent en flexion, ce qui crée un réel inconfort pour opérer dans la paume de la main. Pour éviter cet inconvénient, il est préférable de réparer ensuite l'appareil extenseur.

Couverture cutanée

Si le raccourcissement osseux a été effectué et que le revêtement cutané est de qualité, la fermeture, bord à bord par points séparés, ne pose pas de problème.

En cas de lésions cutanées auxquelles il convient d'ajouter la tension provoquée par l'œdème, il est prudent de limiter la fermeture aux zones qui ne créent aucune tension, le reste étant confié à des greffes de peau semi-épaisses qui ne seront placées que sur des sous-sols susceptibles de les revasculariser. Ce type de greffe dermique suffit à protéger un pontage veineux.

À la face dorsale, un défect mineur de 1 à 2 cm peut être couvert par un lambeau bipédiculé de glissement. Ce lambeau peut être réalisé aussi bien sur le dos de la main qu'au poignet. Les incisions de décharges bien placées peuvent faciliter la réalisation de ces lambeaux.

Les problèmes de couverture cutanée sont plus difficiles à résoudre à la face palmaire de la main car la peau se prête mal à des lambeaux locaux. Il est alors nécessaire de recourir à des lambeaux plus importants comme les lambeaux interosseux postérieurs dans la mesure où le système anastomotique interosseux antérieur et postérieur n'est pas intéressé par le traumatisme. Ici, le lambeau chinois à pédicule distal n'a pas sa place car sa survie n'est assurée que par l'arcade palmaire qui, elle-même, est alimentée par l'artère cubitale qui assure la survie de la replantation.

Nous évitons la réalisation d'un lambeau à distance de type inguinal (Mac Gregor) qui place la main en position déclive et qui complique toute reprise chirurgicale.

Pour toutes ces raisons, nous préférons réaliser, dans les 48 heures qui suivent la replantation, un lambeau libre qui sera soit un lambeau parascapulaire, soit un lambeau de grand dentelé ou un lambeau brachial externe.

Soins post-opératoires

Les soins post-opératoires doivent être très attentifs car la déperdition sanguine liée au traumatisme et à la replantation elle-même est importante et, trop souvent, sous-estimée. L'équipe de réanimation doit s'assurer du parfait fonctionnement rénal, pulmonaire et du maintien de l'équilibre électrolytique.

La surveillance de la main replantée est confiée à un moniteur de température et surtout à la surveillance visuelle du pouls unguéal et du bon remplissage des pulpes. Les risques de thrombose surviennent dans les premières heures ou les tous premiers jours. Il est rare d'observer des thromboses après la première semaine post-opératoire. Les médications post-opératoires sont le plus souvent inutiles. Nous surveillons l'isocoagulabilité et en cas de risque vasculaire, nous utilisons le buflomédil qui lève les spasmes étagés qui subsistent en post-opératoire lorsque le temps d'ischémie a été long.

Au 5e jour le blessé reçoit une orthèse statique plaçant poignet et main en position de protection pour limiter les risques d'enraidissement (figure 16.2 g). Si la réparation des tendons extenseurs est en zone 8 et les fléchisseurs en zone 5 une mobilisation passive peut débuter à la fin de la 2e semaine.

Indications

Les contre-indications formelles de la replantation d'une main sont rares car, le plus souvent, elle procure un résultat fonctionnel utile même si la récupération de la sensibilité n'est que de protection, et celle des muscles intrinsèques aléatoire.

En fait, c'est de l'état général du blessé que va dépendre l'indication de replantation car s'il existe un polytraumatisme avec lésion crânienne thoracique, abdominale, il n'est pas légitime de réaliser une intervention de longue durée réputée hémorragique.

Les lésions locales associées peuvent également conduire l'équipe chirurgicale à renoncer. L'accumulation de fractures multiples, de lésions vasculaires à plusieurs étages sont à l'origine de complications thrombogènes fréquentes.

Enfin, si l'avulsion nerveuse est étendue et ne laisse entrevoir aucune possibilité de réparation secondaire par greffes et par transferts musculotendineux, il est inutile de replanter une main qui sera définitivement insensible, douloureuse et dystrophique. Malgré tout, chez la femme et l'enfant nous avons tendance à élargir les indications lorsque les conditions locales sont peu favorables car la demande sociale et esthétique reste très forte même si le pronostic fonctionnel est mauvais.

En revanche, les contusions étendues ne sont pas des contre-indications formelles à la replantation car si le parage a été correctement effectué, il est alors possible d'assurer la couverture cutanée par un lambeau libre, au plus tard, dans les 48 heures qui suivent la replantation pour protéger les tissus nobles.

Résultats

Vingt-sept replantations de mains ont été effectuées à Nancy entre 1980 et 1995. Douze patients ont été revus par H. Rolland avec un recul moyen de 5 ans. Il s'agissait de 10 hommes et de 2 femmes, l'âge moyen était de 37 ans avec des extrêmes de 10 à 57 ans. Dans un tiers des cas, il s'agissait d'une main dominante et dans la moitié des cas, l'accident est survenu au travail. La lésion la plus fréquente est l'amputation transmétacarpienne (7 cas), puis radiocarpienne (3 cas), transcarpienne (1 cas), épiphyse radiale (1 cas).

Le mécanisme lésionnel le plus classique est imputé à une scie circulaire (7 cas) mais on retrouve également 4 cas d'avulsion et 1 cas d'écrasement.

Toutes les replantations ont été effectuées avec un temps d'ischémie n'excédant pas 5 heures. La durée moyenne de l'intervention a été de 6 heures.

La mobilisation post-opératoire a été débutée passivement à la fin de la première semaine en privilégiant la posture en intrinsèque (+) et en assurant une mobilisation protégée des tendons fléchisseurs.

Les gestes chirurgicaux complémentaires ont été nombreux, en particulier pour assurer la couverture cutanée par lambeau de Mac Gregor (3 cas) et par lambeau interosseux postérieur (2 cas). Des ténoarthrolyses digitales ont été nécessaires dans 6 cas, des transferts tendineux dans 2 cas et des greffes tendineuses également dans 2 cas.

Le bilan fonctionnel a été réalisé selon le protocole en 400 points du Centre de rééducation fonctionnelle de Nancy. Celui-ci repose sur 4 paramètres : la mobilité appréciée sur 12 mouvements globaux, la force de préhension évaluée par 5 appareils de mesure, la fonction monomanuelle testée sur la prise et le déplacement de 20 objets et enfin la fonction bimanuelle jugée sur l'accomplissement de 20 tâches de la vie quotidienne.

Résultats : aucun des 12 replantés examinés n'a récupéré une mobilité au moins égale à la moitié de la normale.

Le pourcentage de récupération est de 30 % en moyenne avec un score maximal de 50 % pour le niveau d'amputation le plus proximal.

D'autre part, il faut noter les mauvais résultats des patients ayant présenté un mécanisme d'avulsion :

- la force est en moyenne inférieure à 20 % de la normale. Le résultat étant médiocre dans les amputations par avulsion;
- la fonction bimanuelle est supérieure à la fonction monomanuelle et avoisine les 80 % de récupération pour les amputations les plus proximales;
- le bilan 400 points objective que les amputations proximales franches donnent des meilleurs résultats fonctionnels mais qui ne dépassent pas les 50 % de la normale;
- la sensibilité reste pauvre avec des douleurs climatiques retrouvées chez tous les opérés. Il n'y a pas de sensibilité discriminative. Un opéré sur deux a une perte de la sensibilité de protection;
- sur le plan professionnel, 9 replantés sur 12 ont retrouvé une activité dont 2 à leur poste de travail antérieur.

L'avis des patients est intéressant car malgré un résultat partiel sur le plan fonctionnel, ils sont tous satisfaits du résultat à l'exception d'un replanté qui présentait un syndrome causalgique et réclamait l'amputation.

Les résultats publiés par d'autres équipes [14, 15] confirment que la récupération fonctionnelle se situe aux environs de 50 % de la main controlatérale, il en est de même pour la sensibilité. La récupération des muscles intrinsèques étant particulièrement décevante.

Allogreffes de main

En 2008, 40 allogreffes de main ont été réalisées avec un taux de succès élevé. Malgré le premier cas réalisé le 23 septembre 1988 par l'équipe de Dubernard [5] sur une indication inacceptable, il faut admettre que l'équipe lyonnaise a réussi à trouver la martingale immunosuppressive pour éviter le rejet d'un organe multi tissulaire dont l'antigénicité est élevée. Tous les patients ont présenté des épisodes de rejet dans les premières semaines ou les premiers mois. La plupart ont stabilisé leur état par un rééquilibrage de leur traitement immunosuppresseur. Tous les observateurs qui prennent du recul par rapport à cette charge très lourde que représente un traitement immunosuppresseur à vie admettent que le risque de complications n'est pas anodin : lymphome, diabète, insuffisance rénale, etc. Tous admettent la nécessité de sélectionner les receveurs qui devront assumer les contraintes du traitement.

Reste à déterminer ce que sont les bonnes indications. Autant nous nous sommes élevés contre l'indication du premier cas qui concernait un patient monoamputé depuis plus de 9 ans, autant nous avons approuvé le premier cas de greffe chez un amputé bilatéral qui était dans un véritable état de détresse physique et psychologique, l'appareillage prothétique étant sans grande utilité [13].

Dans sa sagesse le Comité consultatif national d'éthique a autorisé la réalisation de 5 cas d'allogreffes chez des amputés bilatéraux de moins de 3 ans. Les indications restent rares en France car notre pays est particulièrement bien structuré en services d'urgence de la main labellisés par la Fédération européenne des services d'urgence de la main. La plupart des équipes qui ont eu à traiter des amputés bilatéraux ont toujours réussis à replanter un ou deux bras. Herzberg *et al.* [6] ont montré, avec un recul de 3 et 6 ans chez deux greffés bilatéraux, que les résultats fonctionnels étaient d'une part bien supérieurs à ceux de la meilleure des prothèses et d'autre part qu'ils étaient sensiblement superposables à ceux d'une replantation avec en plus une meilleure récupération des muscles intrinsèques. Au niveau de la sensibilité, on note dans un cas une sensibilité discriminative aux deux points à 10,5 mm et dans l'autre cas une sensibilité non discriminative à 15 mm.

Il sera intéressant de connaître l'effet réel de cet immunosuppresseur qu'est le Tacrolimus [18] sur la vitesse et la qualité de la régénération nerveuse. Ces greffes de main sont indiscutablement un formidable moyen pour évaluer la plasticité cérébrale à intégrer les greffes composites telles que la greffe partielle de visage réalisée récemment par Devauchelle [4]. Elles permettront également d'affiner les traitements immunosuppresseurs.

Conclusion

La replantation de la main amputée par section franche au poignet est une intervention désormais bien réglée qui est réalisée par technique microchirurgicale sur des vaisseaux et des nerfs de plus de deux millimètres de diamètre et qui assure, le plus souvent, un résultat fonctionnel certes décevant mais malgré tout utile.

Plus complexe et plus aléatoire est la replantation d'une main amputée dans la région métacarpienne car les réparations vasculaires sont plus nombreuses et, d'autre part, il est exclu d'obtenir à ce niveau une récupération de la musculature intrinsèque.

Cette chirurgie doit être effectuée sur des patients indemnes d'autres traumatismes majeurs et en parfaite collaboration avec l'équipe d'anesthésistes qui doivent maîtriser les problèmes liés à la déperdition sanguine pré et peropératoire.

Références

[1] Albrektsson T. Ischaemia and bone grafts. Scand J Plast Reconstr Surg ; 1982 ; 1921–3.
[2] Anderl H. Storage of a free groin flaps. Chir Plast 1977 ; 4 : 41–3.
[3] Baudet J, Goumain AJM. Réimplantation d'une main. Ann Chir 1975 ; 29 : 491–8.
[4] Devauchelle B, Badet L, Lengele B, et al. First human face allograft : early report. Lancet 2006 ; 368 : 203–9.
[5] Dubernard JM, Owen E, Herzberg G, et al. Human hand Allograft : report on first 6 months. Lancet 1999 ; 353 : 1315–20.
[6] Herzberg G, Weppe F, Masson N, et al. Clinical evaluation of two bilateral hand allotransplantations at six and three years follow-up. Chirurgie de la main 2008 ; 27 : 109–17.
[7] Hospital Lanchow General. Regeneration of veins and lymphaties after limb reimplantation in dogs. Chin Med J 1973 ; 6 : 77–8.
[8] Loda G. Analisis critico de los resultados alejados anatomofuncionales en la reimplantacion de miembros y segmentos de miembros. Premio "Academia Nacional de Medicina Argentina" ; 1973. Avelino Gutierrez.
[9] Loda G. Functional classification of reimplant. New York : International Reconstruction Microsurgery Society ; 1989.
[10] Malt RS. Replantation of severed arms. J Am Med Ass 1964 ; 189 : 114.
[11] Mannerfelt L. Nouvelle technique d'arthrodèse du poignet pour le traitement des polyarthrites rhumatoïdes. Rev Chir Orthop 1972 ; 58(5) : 471–80.
[12] Merle M, Dautel G. Plaies complexes et mutilations des mains : replantations digitales. Encycl Méd Chir (Paris-France) Techniques chirurgicales-orthopédie-traumatologie. Paris : Elsevier ; 1992. p. 12 44380.
[13] Merle M. Some aspects of hand transplantation. J Hand Surg [Br] 2001 ; 26 : 522.
[14] Meyer V. Upper Extremity Replantation. Edinburgh : Churchill Livingstone ; 1985.
[15] Meyer V, Black MJM. Microsurgical Procedures. Edinburgh : Churchill Livingstone ; 1991.
[16] Paavilainen P, Nietosvaara Y, Tikkinen KA, et al. Long term results of transmetacarpal replantation. J Plast Reconst Aesthet Surg 2007 ; 60 : 704–9.
[17] Wilhelmi BJ, Lee WP, Pagenstert GI, et al. Replantation in the mutilated hand. Hand Clin 2003 ; 19 : 89–120.
[18] Yeh C, Bowers D, Hadlock TA. Effect of FK506 on functional recovery after facial nerve injury in the rat. Arch Facial Plast Surg 2007 ; 9 : 333–9.

Chapitre 17

« Doigt-banque »

G. Dautel

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Les lésions multidigitales sont fréquentes. Lorsqu'un doigt amputé n'est pas replantable, ou lorsque des lésions étendues vouent un doigt à l'amputation, ce doigt devient un site donneur privilégié pour le prélèvement d'unités tissulaires destinées à la reconstruction de doigts voisins. Il s'agit d'une opportunité unique qui doit être saisie au stade de l'urgence. La morbidité du prélèvement étant nulle, toutes les « audaces techniques » sont autorisées pour tenter de faire bénéficier de ce principe du « doigt-banque » les doigts voisins conservables.

Possibilités théoriques du « doigt-banque »

Tous les types de tissus peuvent être utilisés selon ce principe [12]. Selon les cas, le greffon (ou « l'unité tissulaire ») sera utilisé sous forme d'une greffe conventionnelle non vascularisée, ou sous forme d'un lambeau disposant de sa propre vascularisation [17].

Dans ce dernier cas, il pourra s'agir d'un lambeau en îlot ou d'un transfert libre avec microanastomoses.

Peau et « doigt-banque » [1, 2, 6, 16]

Greffes de peau

C'est la plus simple illustration de ce principe. Tous les types de greffes cutanées peuvent être prélevés sur un doigt voué à l'amputation. Si possible on choisira une peau de texture et d'épaisseur adaptée à la nature du site receveur. Soulignons que la peau palmaire des doigts est un médiocre site donneur en raison de son épaisseur. En dépit d'un dégraissage soigneux, les greffes de peau totale issues de la face palmaire des doigts prennent difficilement.

Cheiroplastie

Un doigt peut être déshabillé de son revêtement cutané avant d'être amputé. La surface de peau ainsi obtenue est utilisée pour couvrir un doigt voisin, le dos de la main, la première commissure... Toutefois cette peau disponible en cheiroplastie ne restera vascularisée que si le tracé des incisions respecte les règles de tracé d'un lambeau qui sera suivant les cas un lambeau axé ou un *random pattern* [14].

Lambeau en îlot

Tous les lambeaux en îlot décrits au chapitre « petites pertes de substance » qu'il s'agisse d'îlots dorsaux ou palmaires peuvent être disséqués sur un doigt voué à l'amputation.

Lambeaux libres [1, 18]

De la même façon, il est possible de disséquer sur un pédicule collatéral palmaire un lambeau libre cutané. Le plus souvent il s'agit de lambeaux libres pulpaires, mais rien n'interdit d'utiliser, selon les besoins, la peau palmaire de P1 ou P2, voire la peau dorsale de P2. Pour disposer d'une veine de retour d'un calibre suffisant, on la disséquera à la face dorsale du doigt. Ceci impose d'inclure au prélèvement s'il est essentiellement palmaire, une raquette cutanée dorsale, en continuité avec la veine de retour.

Ongle et « doigt-banque »

Un doigt amputé est le site donneur idéal pour un greffon de lit unguéal. On peut y prélever des greffes minces ou épaisses de lit unguéal mais aussi des greffes en épaisseur totale de matrice unguéale. Enfin, mais il s'agit d'une opportunité que nous n'avons jamais rencontrée en pratique, on peut envisager le prélèvement sur un doigt amputé d'une greffe d'ongle, vascularisée.

Os et « doigt-banque »

Greffes conventionnelles

Un fragment de phalange peut être prélevé pour reconstruire un défect segmentaire sur un doigt adjacent. Une telle greffe doit nécessairement être intercalée entre deux extrémités osseuses vascularisées pour être dans les conditions optimales de revascularisation et échapper à la résorption. Compte tenu des longs délais de consolidation observés dans ces circonstances, l'ostéosynthèse devra être solide.

Greffes osseuses vascularisées

La possibilité théorique existe de prélever un greffon osseux phalangien en continuité avec un pédicule collatéral palmaire. Le transplant devrait alors inclure également les parties molles et la peau dorsale en regard de manière à disséquer en continuité une veine dorsale de retour. Un tel greffon aurait sans doute des capacités de consolidation et d'intégration plus rapide qu'une greffe conventionnelle. En fait, placées dans un environnement tissulaire favorable, les

greffes osseuses conventionnelles de petites tailles utilisées à la main s'intègrent sans difficulté. C'est surtout en matière de greffes articulaires que la nécessité d'un transplant vascularisé se fait sentir.

Articulations et « doigt-banque »

Greffes conventionnelles

Greffes ostéochondrales « partielles »

En dépit de nombreux travaux expérimentaux, aucun substitut synthétique au cartilage ne s'est imposé dans la pratique. Lorsqu'on est confronté en urgence à une fracture articulaire comportant un défect ostéochondral, il peut être tentant, si l'on dispose d'un doigt amputé non replantable, d'aller prélever un fragment osseux et cartilagineux de taille correspondante.

Le greffon composite devra reproduire aussi fidèlement que possible les courbures du site receveur dans les trois plans. La fixation de ces greffons composites de petite taille est délicate. Lorsque leur taille l'autorise une microvis en zone non articulaire ou de simples broches de Kirchner sont utilisées. Pour des fragments de taille encore plus restreinte, nous avons parfois utilisé un simple collage (Tissucol®). Dans ces circonstances le collage a pour seule ambition de positionner le fragment ; il ne s'agit pas d'une ostéosynthèse, et l'immobilisation de l'articulation est nécessaire.

Greffes hémi-articulaires et articulaires non vascularisées

Les observations rapportées dans la littérature concernent en fait le plus souvent des transferts articulaires prélevés sur le pied [5, 11, 13, 19]. Eades [10] rapporte un cas d'utilisation d'une IPP provenant d'un 3e doigt pour reconstruire la MP du 4e doigt [4]. Qu'ils soient prélevés sur le pied ou proviennent du doigt amputé, le comportement de ces greffons non vascularisés est le même. Le composant osseux passe par une phase de nécrose suivie de revascularisation. Dans le même temps, le cartilage involue et le cartilage hyalin fait place à un fibrocartilage. En dépit de l'altération histologique systématique du cartilage, des succès ponctuels ont été rapportés, avec conservation d'un espace articulaire à la radiographie et une mobilité utile cliniquement. Ces succès cliniques sont surtout rapportés pour des reconstructions de la MP [10] avec des arcs de rotation atteignant parfois 70°. Les résultats fonctionnels sont habituellement plus modestes pour l'IPP [7]. Il est probable que la petite taille de ces greffons articulaires ou hémi-articulaires, et par conséquent la rapidité de leur revascularisation les différencie des greffes articulaires massives et explique en partie ces quelques bons résultats. Quoi qu'il en soit, en application de ce principe du « doigt-banque », l'utilisation d'un greffon articulaire non vascularisé n'est qu'une solution de sauvetage pour une MP ou une IPP, à mettre en balance avec une solution prothétique.

Transferts ostéoarticulaires vascularisés

L'AMP et l'IPP sont les seuls sites receveurs concernés par des transferts articulaires vascularisés, l'IPD pouvant toujours être arthrodésée. La supériorité des transferts articulaires vascularisés relativement aux greffes conventionnelles est bien établie [20].

Le cartilage hyalin des surfaces articulaires persiste, sans altération, la consolidation osseuse est plus rapide, la possibilité d'une croissance persiste lorsque le greffon comporte une épiphyse fertile [4, 10, 16]. Dans le cadre de ce principe du « doigt-banque », le transfert de ces articulations peut s'effectuer sous forme de transplants libres [15] ou en îlot :

- l'IPD d'un doigt long peut être utilisée pour la reconstruction de l'IPP d'un autre doigt ; son utilisation pour reconstruire l'IPD est théoriquement possible et pourrait sembler logique ; il est rare que coexistent en fait l'impératif fonctionnel et la possibilité pratique à une telle reconstruction ;
- l'IPP d'un doigt long peut servir à la reconstruction d'une autre IPP ou d'une MP ;
- en ce qui concerne la MP elle-même, les rares opportunités qui se présentent consistent le plus souvent en des translocations d'un îlot articulaire vers le doigt adjacent.

Qu'il s'agisse d'îlots ou de lambeaux libres ces transferts comportent toujours au minimum un îlot cutané dorsal donnant naissance au pédicule veineux de drainage et autorisant le monitoring.

Tendons et « doigt-banque »

Il s'agit dans la pratique, presque exclusivement de greffes tendineuses conventionnelles non vascularisées. Une greffe tendineuse peut ainsi être prélevée sur l'appareil extenseur d'un doigt voué à l'amputation et servir de greffe intercalaire pour la reconstruction de l'extenseur du doigt voisin. Dans la paume et au dos de la main, il est également possible de détourner un tendon extrinsèque (fléchisseur ou extenseur) pour réanimer un doigt adjacent.

Nerfs et « doigt-banque »

Un doigt amputé peut fournir une greffe nerveuse parfaitement adaptée à la reconstruction d'un nerf collatéral. L'absence de morbidité du prélèvement justifie la réalisation de cette greffe en urgence. L'usage de greffons composites nerf-artère est également possible lorsqu'il existe une perte de substance sur un pédicule collatéral palmaire. Dans ces circonstances, le greffon nerveux bénéficiera des connexions vasculaires multiples existant entre l'artère collatérale et le nerf [8, 9]. On peut donc espérer que ce type de greffe nerveuse se comportera comme une greffe vascularisée.

Vaisseaux et « doigt-banque »

Le recours à un pontage veineux est une option technique fréquente lorsqu'on doit revasculariser un ou plusieurs doigts sévèrement mutilés. Lorsqu'un doigt mutilé est disponible, il peut servir de site donneur pour le prélèvement de greffons artériels, à partir d'une artère digitale ou collatérale. Cette option peut éviter le prélèvement à distance d'un greffon veineux. Il est également possible de combiner l'étape de couverture cutanée et l'étape vasculaire par la réalisation d'un lambeau porte-artère ou porte-veine [3].

Applications pratiques

Quelques observations ont été réunies illustrant ce principe du « doigt-banque ». Il serait bien sûr illusoire de prétendre être exhaustif dans l'illustration de ce principe tant les possibilités sont nombreuses et variées…

Peau et « doigt-banque » : cheiroplastie

Monsieur K., patient de 50 ans, est victime d'une mutilation par une scie circulaire. Il existe un délabrement étagé de l'index (pédicules, tendons fléchisseurs, lésions ostéochondrales…) interdisant sa conservation. Le pouce présente une amputation distale.

En urgence est réalisée une amputation proximale de l'index (Chase). Au préalable ce doigt a été « déshabillé » et la peau palmaire est utilisée pour couvrir la première commissure (cheiroplastie).

Commentaires : l'un des pédicules collatéraux de cet index était intact autorisant la dissection de ce lambeau étroit à destinée commissurale. L'amputation de Chase a ici été réalisée d'emblée car il existait une dislocation-fracture de la MP. En d'autres circonstances, P1 de l'index doit être conservée chez un travailleur manuel.

Peau et « doigt-banque » : lambeau en îlot palmaire

Monsieur Y., patient de 38 ans, présente un écrasement du pouce et de l'index droit. L'index est désarticulé au niveau de l'IPP, le pouce présente une perte de substance pulpaire étendue. L'index n'a pas été retrouvé.

En urgence, la peau palmaire résiduelle de l'index est utilisée sous forme d'un lambeau en îlot sensible pour reconstruire le défect pulpaire du pouce. Cet îlot est pédiculé sur l'artère collatérale radiale de l'index; les deux nerfs collatéraux de l'index sont inclus dans le pédicule. Une tunnellisation amènera le lambeau *in situ* au niveau du pouce. L'index est amputé en proximal (Chase).

Commentaires : l'importance du défect pulpaire sur le pouce interdisait tout lambeau local de couverture. Un lambeau de Littler, voire un lambeau libre de pulpe aurait pu être discuté. Le principe du « doigt-banque » permet de faire « l'économie » du site donneur. Ceci suffit à justifier l'intervention de Chase en urgence (figure 17.1).

Peau et « doigt-banque » : lambeau libre de pulpe

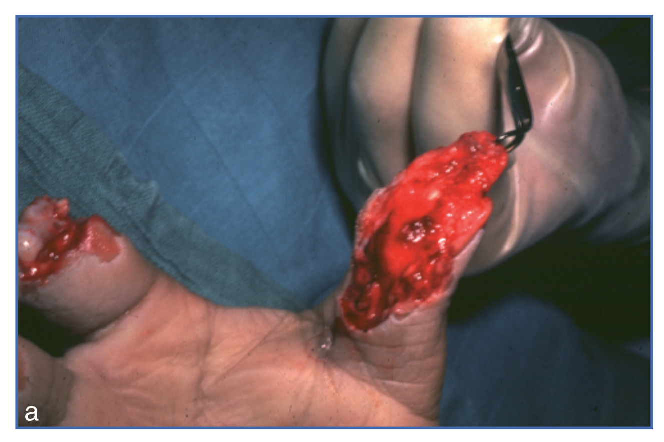
Monsieur P. présente une mutilation multidigitale par toupie, associant perte de substance pulpaire du pouce et délabrement majeur des 2e et 3e doigts (main gauche chez un droitier de 25 ans, travailleur manuel).

En urgence un lambeau libre de pulpe est disséqué sur le 3e doigt non replantable. L'artère et le nerf collatéral ulnaire sont disséqués sur 25 mm et seront retranchés sur le pédicule collatéral ulnaire du pouce. Le transplant a été disséqué en continuité avec une raquette cutanée dorsale et une veine superficielle, elle aussi rebranchée sur le site receveur. À six mois, l'hémi-pulpe cubitale du pouce est le siège d'une sensibilité discriminative coté à 12 mm (m 2 PD).

Commentaires : le principe du « doigt-banque » permet l'économie d'un site donneur car aucun lambeau local n'était susceptible de couvrir ce défect pulpaire du pouce.

Ongle et « doigt-banque »

Monsieur C., menuisier de 25 ans, présente d'une part une amputation distale du 3e doigt, d'autre part une perte de substance du lit unguéal de l'index. Le fragment distal du 3e doigt a été retrouvé mais est trop délabré pour se prêter à



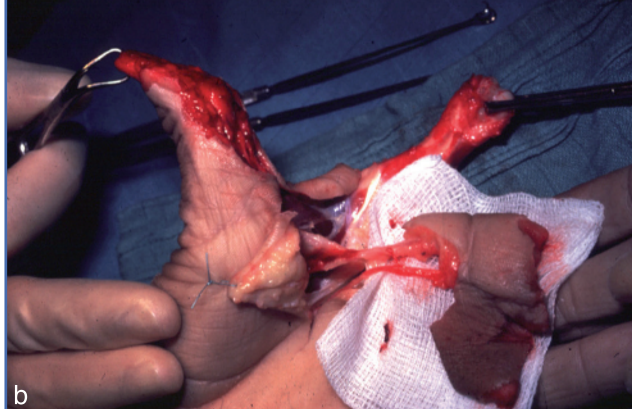


Figure 17.1

Peau et doigt-banque : lambeau en îlot palmaire.
a. Perte de substance pulpaire étendue du pouce et amputation proximale de l'index à travers l'IPP.
b. Amputation proximale de l'index selon Chase après avoir disséqué sur ce doigt un lambeau en îlot pulpaire sensible pédiculé sur l'artère collatérale radiale.
c. Résultat final.

une replantation. Une greffe de lit unguéal en épaisseur totale y est prélevée taillée aux dimensions exactes de la perte de substance. Ce même fragment distal du 3e doigt fournit également un couvercle unguéal qui est utilisé pour plaquer la greffe contre son lit. À long terme, les séquelles se limitent à une très discrète incurvation distale de l'ongle (figure 17.2).

Commentaires : une greffe épaisse de lit unguéal peut survivre, même posée directement au contact du périoste de la phalange comme c'était le cas ici.

Os et « doigt-banque »

Monsieur S. présente le 17 janvier 1990 une mutilation de la main gauche par toupie avec amputation proximale de l'index. Les 3e et 4e doigts sont le siège d'une perte de substance composite (peau, os, tendon) à hauteur de P1. La MP du 3e doigt est détruite.

En urgence : on opte pour la reconstruction d'une main à « 3 doigts » : l'index n'est pas replantable compte tenu du caractère proximal de l'amputation et de la destruction MP. Le 3e doigt lui-même ne sera pas conservé car la perte de substance osseuse concerne la quasi-totalité de P1, et inclut la surface articulaire proximale. Le 4e doigt sera reconstruit en utilisant le principe du « doigt-banque ». L'index fournit un greffon osseux conventionnel correspondant à sa deuxième phalange (P2). Ce greffon est taillé à l'exacte mesure du défect osseux au niveau de P1 du 4e doigt. Il s'intercale entre la base de P1 et le tiers distal de la diaphyse de P1 (4e doigt). L'ostéosynthèse est assurée par l'association de microvis et de broche en proximal et par un bilboquet centromédullaire complété d'un cerclage en distal. Le 3e doigt est utilisé en cheiroplastie pour couvrir la perte de substance cutanée dorsale sur P1 au 4e doigt. Une greffe tendineuse a été prélevée sur l'index pour reconstruire l'extenseur du 4e doigt à hauteur de la MP (figure 17.3).

Commentaires : un programme « réaliste » d'emblée permet d'utiliser au mieux le capital tissulaire restant. Dans ce cas, l'ostéosynthèse devra être reprise secondairement (mise en place d'une plaque vissée) devant un défaut de consolidation au niveau du site distal de jonction. Répétons que la durée de revascularisation de ces greffes osseuses conventionnelles ne tolère aucune imperfection du temps d'ostéosynthèse.

Articulation et « doigt-banque »

Monsieur J. présente le 9 avril 1991 une mutilation des 4e et 5e doigts par toupie. Le 4e doigt est conservable car il dispose de pédicules collatéraux et de tendons fléchisseurs intacts. En revanche, l'IPP est détruite et il existe une perte

Figure 17.2

Ongle et doigt-banque.
a, b. Perte de substance sur le lit unguéal de l'index; l'extrémité du 3e doigt est disponible en «doigt-banque».
c, d. Prélèvement sur le 3e doigt amputé d'un greffon de lit unguéal en épaisseur complète et d'un couvercle unguéal de la taille correspondante.
e. Mise en place du greffon sur le site receveur.
f. g. Résultat final à un an.

de substance osseuse, cutanée et tendineuse à hauteur de cette articulation. Le 5e doigt devra être régularisé car il présente les mêmes lésions dorsales, associées à un délabrement palmaire concernant les fléchisseurs et le pédicule collatéral cubital.

En urgence, l'IPD du 5e doigt est disséquée en îlot en emmenant en monobloc, outre l'articulation, la peau dorsale de l'appareil extenseur. Le pédicule collatéral radial du 5e doigt assure la vascularisation de cet îlot. L'ostéosynthèse est obtenue par une broche axiale placée en va-et-vient et arthrodésant transitoirement l'IPD transférée.

Au terme de 6 mois d'appareillage, la mobilité active obtenue sur l'IPP ainsi reconstruite est de 30° (− 30, + 60). Une MP normalement mobile confère à ce 4e doigt désormais en situation cubitale une capacité de verrouillage des prises satisfaisantes chez ce menuisier ébéniste (figure 17.4).

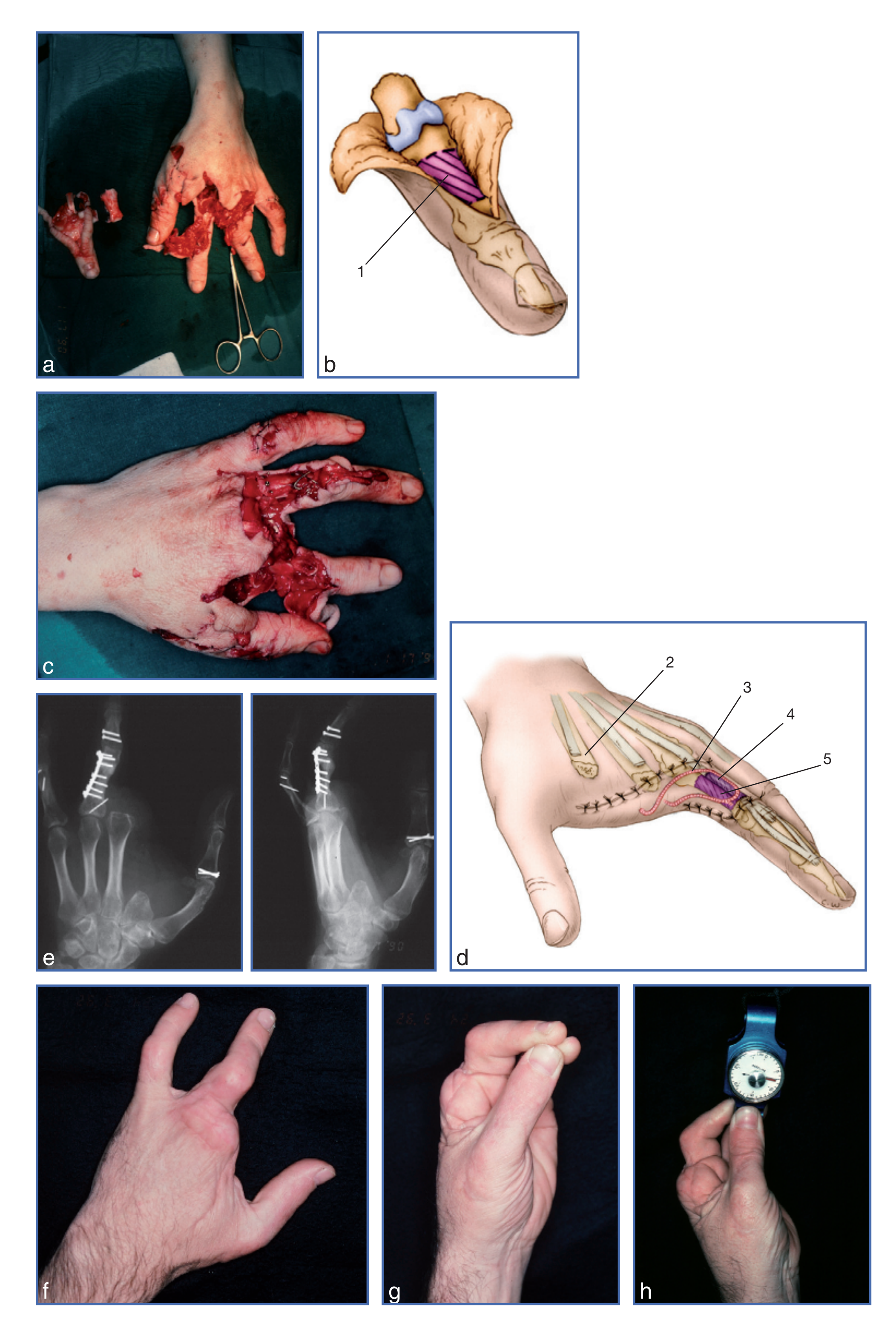


Figure 17.3

Os et doigt-banque.
a, b. État des lésions initiales.
1. Greffe osseuse intercalaire prélevée sur P2 de l'index amputé.
c. Vue peropératoire après rétablissement de la continuité osseuse sur le 4e doigt.
d. Réalisation de la cheiroplastie à partir du 3e doigt. La greffe osseuse est en place (5). L'index a été amputé en proximal, amputation de Chase (2). Une greffe tendineuse conventionnelle (4) rétablit la continuité sur l'appareil extenseur. 3. Artère collatérale radiale du 3e doigt.
e. Aspect de l'ostéosynthèse après reprise d'un défaut de consolidation proximal. À noter qu'il existe également une fracture articulaire de la base de P1 du pouce.
f, g, h. Résultat final.

Figure 17.4

Articulation et doigt-banque : transfert en îlot d'une articulation IPD pour reconstruire l'IPP d'un doigt adjacent.

a, b. État des lésions initiales. La zone hachurée correspond aux éléments tissulaires qui seront transférés en îlot, vascularisés par l'artère collatérale radiale du 5e doigt encore intact (2). Le lambeau composite inclut l'articulation interphalangienne distale du 5e doigt (1).

c. Représentation de l'îlot composite avant son transfert. L'îlot est vascularisé par l'artère collatérale radiale du 5e doigt (2), la peau dorsale recouvrant l'articulation va servir à combler la perte de substance cutanée sur le doigt receveur (1). Les deux bandelettes latérales de l'appareil extenseur (4) seront réunies pour être suturées au tendon extenseur receveur sur le 4e doigt et restaurer la capacité d'extension active de l'IPP.

d. Aspect peropératoire de l'îlot avant le transfert. L'ostéosynthèse a été préparée par une broche axiale.

e. Vue peropératoire de l'îlot *in situ*.

f. Représentation schématique de la mise en place de l'îlot.

g. Aspect radiographique de l'articulation transférée.

h, i, j. Résultat fonctionnel à long terme.

Références

[1] Alpert BS, Buncke HJ. Multilating multidigital injuries : use of a free microvascular flap from a nonreplantable part. J Hand Surg [Am] 1978 ; 3 : 196–8.

[2] Alpert BS, Buncke HJ, Brownstein M. Replacement of damaged arteries and veins with vein grafts when replanting crushed, amputated fingers. Plast Reconstr Surg 1978 ; 61 : 17–22.

[3] Brandt K, Khouri RK, Upton J. Free flaps as flow-through vascular conduits for simultaneous coverage and revascularization of the hand or digit. Plast Reconstr Surg 1996 ; 98 : 321–7.

[4] Buncke Jr. HJ, Daniller AI, Schulz WP, Chase RA. The fate of autogenous whole joints transplanted by microvascular anastomoses. Plast Reconstr Surg 1967 ; 39 : 333–41.

[5] Bunnell S. Surgical repair of joints. In : Bunnell S, editor. Surgery of the hand. Philadelphia : Lippincott ; 1948. p. 304.

[6] Chase RA. The damaged index digit : a source of components to restore the crippled hand. J Bone Joint Surg 1986 ; 50A : 1152–60.

[7] Colson P. Greffes ostéo-articulaires. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main. Paris : Masson ; 1984. p. 531.

[8] Dautel G, Merle M. The blood supply of digital nerves : A microanatomical study of superficial and deep palmar venous networks. J Hand Surg 1992 ; 17B : 632–7.

[9] Dautel G, Noel D, Merle M. Vascularized nerve grafts of digital nerves. In: Clinical report on nine cases. Seventh annual meeting of the American Society for Reconstructive Surgery ; 28–30 sept, 1991 1992. Unpublished, Orlando, Floride.

[10] Eades J, Peacok E. Autogenous transplantation of an interphalangeal joint and proximal epiphysis. J Bone Joint Surg 1966 ; 48B : 4.

[11] Erdelyi R. Experimental autotransplantation of small joints. Plast Reconstr Surg 1963 ; 31 : 129–50.

[12] Foucher G, Braun F, Merle M, Michon J. Le « doigt-banque » en traumatologie de la main. Ann Chir 1980 ; 34 : 693–8.

[13] Graham W, Riordan D. Reconstruction of a metacarpo-phalangeal joint with a metatarsal transplant. J Bone Joint Surg 1948 ; 30A : 848.

[14] Grainor B. Osteocutaneous digital fillet flap : a technical modification. J Hand Surg [Am] 1989 ; 10B : 79–82.

[15] Hattori Y, Doi K, Takka S, Ikeda K. Free vascularized joint transfer from the nonreplantable digit as a free flap for primary reconstruction of complex hand injury. J Hand Surg [Am] 2004 ; 29 : 931–5.

[16] Herndon CH, Chase SW. Experimental studies in the transplantation of whole joints. J Bone Joint Surg Am 1952 ; 24-A-3 : 564–78.

[17] Kuntscher MV, Erdmann D, Homann HH, Steinau HU, Levin SL, Germann G. The concept of fillet flaps : classification, indications, and analysis of their clinical value. Plast Reconstr Surg 2001 ; 108 : 885–96.

[18] Libermanis O, Krauklis G, Kapickis M, Krustins J, Tihonovs A. Use of the microvascular finger fillet flap. J Reconstr Microsurg 1999 ; 15 : 577–80.

[19] Santy P. Néoplasie douloureuser de la première phalange du pouce : Greffe totale de la première phalange du gros orteil. Lyon Chir 1944 ; 87.

[20] Yoshizu T, Watanabe M, Tajima T. Étude experimentale et applications cliniques des transferts libres d'articulation d'orteil avec anastomoses vasculaires. In : Tubiana R, editor. Traité de chirurgie de la main. vol. II. Paris : Masson ; 1984. p. 539–51.

Chapitre 18

Pansement

G. Dautel

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

La réalisation du pansement qui marque la fin d'une intervention chirurgicale est de la responsabilité du chirurgien. Les fonctions de ce premier pansement sont multiples. Il assure l'immobilisation de la main et des doigts blessés et a donc un rôle antalgique. La position d'immobilisation est définie pour protéger les réparations qui viennent d'être effectuées mais aussi pour mettre à l'abri de raideurs articulaires. Ce même pansement peut favoriser le drainage et éviter la constitution d'hématomes, particulièrement préjudiciables en cas de revascularisation. Enfin lorsqu'un geste microchirurgicala été effectué, le premier pansement doit être conçu de manière à autoriser la surveillance clinique ou le monitoring du doigt en cause. Pour toutes ces raisons, le pansement est un geste qui engage la responsabilité du chirurgien et ne peut ni ne doit être délégué.

Règles communes

Position d'immobilisation

En l'absence d'impératifs particuliers liés à la nature des lésions, la position d'immobilisation idéale est celle dite « intrinsèque plus ». Le poignet est en dorsiflexion à 45°, les MP sont fléchies (80°), les IP sont en extension. Cette position a le mérite de mettre en tension les ligaments latéraux des articulations MP et IP. Compte tenu de leurs dispositions anatomiques respectives, c'est en flexion que cette mise en tension est obtenue au niveau des MP, en extension au niveau des IP. Le respect de cette position d'immobilisation évite les raideurs articulaires dues à la rétraction de ces faisceaux ligamentaires. Lorsqu'après une intervention bénigne une immobilisation de quelques jours est nécessaire, une attelle suffit à pérenniser cette position d'immobilisation. Elle est placée sur le pansement cotonné, moulée sur celui-ci et de préférence située à la face dorsale. Désormais la plupart des fabricants proposent des attelles « toutes faites » disponibles en rouleaux et combinant quelques couches de plâtre ou de résine doublée d'une couche de mousse assurant le matelassage. Cette mousse améliore le confort sans dispenser des premières couches du pansement au contact de la peau, tel qu'il sera décrit plus loin (figures 18.1 et 18.2).

Attelle et pansement initial forment une unité indissociable. Il est préférable, lors de la première réfection du pansement, de réaliser une nouvelle attelle si l'immobilisation doit se poursuivre, car il est rare que le second pansement reproduise fidèlement le galbe et les contours du premier.

Dans d'autres cas, selon les impératifs de la rééducation, c'est une orthèse moulée sur mesure sur un pansement minimum qui prendra le relais de cette attelle plâtrée.

Certains traumatismes graves, comportant une intense composante d'écrasement, doivent faire redouter la survenue d'un œdème majeur. Différentes machines-outils industrielles sont responsables de ce type de traumatisme (presses hydrauliques, vérins pneumatiques, presses chauffantes, etc.). Dans ce cas, le premier pansement et la position d'immobilisation initiale revêtent une importance cruciale. Sous les effets conjugués d'un œdème qui s'installe et de la recherche d'une position antalgique, la main se fige dans une position vicieuse, faite d'une rétraction en extension voire en hyperextension des MP et d'un flexum des IP. Très rapidement l'œdème s'organise et cette position vicieuse se fige et devient irrécupérable. Les forces de rétraction sont considérables et difficiles à maîtriser même par l'attelle conçue avec tout le soin requis, par un opérateur averti de ce risque. Dans ces conditions, lorsque la nature du traumatisme et les constatations locales laissent augurer d'une telle évolution, nous n'hésitons pas à réaliser un brochage en arthrodèse transitoire des MP pour une dizaine de jours, période critique d'évolution de l'œdème. Lorsqu'un tel brochage a obtenu un « point fixe » au niveau des MP, l'immobilisation par attelle simple des IP devient beaucoup plus aisée. La lutte contre les effets néfastes de l'œdème passe aussi par la réalisation d'incisions de décharge dont les modalités ont été exposées au chapitre 9.

L'installation au lit du malade revêt d'autant plus d'importance que certains patients se verront en post-opératoire contraints à un alitement strict de quelques jours.

C'est le cas en particulier après toute replantation digitale. Plutôt que de faire appel à des systèmes compliqués de suspension, nous nous contentons d'une surélévation de la main et de l'avant-bras faisant appel à un simple calage par des coussins. L'essentiel est que main et poignet conservent relativement au plan du lit une position de surélévation favorable à la régression de l'œdème et au drainage veineux.

La position « bras en écharpe » est imposée à tous les patients ambulatoires pendant la période post-opératoire immédiate. La longueur de cette écharpe doit être étroitement calculée. Trop courte, le coude sera trop fléchi, position peu propice à un bon drainage veineux. Trop longue, elle laissera main et poignet en situation déclive, source là encore d'un œdème persistant.

Figure 18.1

Réalisation d'un pansement standard pour la colonne du pouce.
a. Tulle non adhérent au contact de la peau.
b. Le tulle est couvert par plusieurs épaisseurs de compresses.
c. Une feuille de coton assure le matelassage sur l'ensemble.
d. L'attelle plâtrée est découpée pour s'adapter à la première commissure.
e, f. L'ensemble est fixé par une bande Velpeau®.

Enfin, on ne saurait conclure ces quelques lignes consacrées à l'immobilisation sans rappeler que celle-ci n'est qu'un second choix imposé par les conditions locales. Si une immobilisation stricte de 72 heures, à visée antalgique, jusqu'au second pansement est anodine du point de vue fonctionnel, en revanche, toute immobilisation prolongée est lourde de conséquences. La mobilisation active du coude et de l'épaule après une intervention portant sur la main est pratiquement toujours possible. La mobilisation des doigts sains doit également être encouragée si elle n'est pas susceptible d'entraîner des mouvements involontaires du doigt opéré. La mobilisation passive du doigt blessé est parfois une alternative à l'immobilisation stricte (voir chapitre rééducation). Dans tous les cas cette mobilisation précoce est un facteur clé du résultat fonctionnel, elle favorise la régression de l'œdème, évite la symphyse des plans de glissement et les raideurs articulaires.

Figure 18.2

Réalisation d'un pansement standard pour les doigts longs.
a. Tulle non adhérent au contact de la peau.
b. Compresses stériles au contact de la peau et dans les espaces commissuraux.
c. Matelassage par une feuille de *Softbande*.
d. Immobilisation en position intrinsèque plus par une attelle palmaire.

Constitution du pansement

Lorsque toute la main doit être pansée, on débute par la mise en place au contact de la peau de feuilles d'un tulle non adhérent (Urgotul®). Ce pansement est disponible en différentes dimensions qui peuvent s'adapter à toutes les géométries de plaies ou d'incisions rencontrées. Son mérite principal est l'absence d'adhérence avec le plan cutané. Lors de la réfection du premier pansement, cette couche de tulle pourra être enlevée sans aucune douleur, argument de confort essentiel pour tout patient et *a fortiori* pour les enfants. Au-dessus de cette couche formée par le tulle non adhérent on dispose plusieurs épaisseurs de compresses stériles. Là encore, il est crucial qu'aucune de ces compresses n'adopte une disposition circulaire susceptible de créer un effet de garrot. Chaque doigt se trouve ainsi séparé du doigt voisin par un écran de compresses qui va éviter tout phénomène de macération. On prendra un soin particulier lorsqu'on dispose ces compresses entre pouce et index : la première commissure doit être ouverte, le pouce situé à mi-course de son secteur d'opposition. Cet écran de compresses est complété par la mise en place de plusieurs compresses dépliées dans la paume. En l'absence d'un autre système de drainage, nous avons l'habitude d'humidifier légèrement ces compresses en utilisant du sérum physiologique stérile.

On obtient ainsi un effet de drainage par capillarité, même en présence du corps gras au contact de la plaie. Une feuille de coton hydrophile stérile recouvre enfin le pansement ainsi réalisé. Le volume du coton utilisé doit se limiter à une ou deux épaisseurs. Au-delà, il masque tout relief et rend impossible la réalisation d'une attelle plâtrée efficace. Une ou deux bandes Velpeau® de largeur 10 cm, assurent la cohésion du pansement puis fixent s'il y a lieu

l'attelle plâtrée. Elles sont déroulées sous une discrète tension. En aucun cas, il ne s'agit de réaliser ici un pansement dit « compressif » qui n'a aucune place au niveau de la main.

Cas particuliers

Pansement de « doigt »

Après un geste chirurgical portant sur un doigt isolé, en l'absence de lésion tendineuse des fléchisseurs ou des extenseurs, lorsqu'il n'y a aucun impératif à une immobilisation particulière, on peut se contenter d'un pansement ne concernant que le doigt lui-même, laissant libre le reste de la main. Il est alors le moins volumineux possible, laissant la possibilité d'une mobilisation interphalangienne. S'il n'y a d'autre choix qu'un pansement circulaire, celui-ci devra être lâche et utiliser des matériaux « élastiques » (bandes Velpeau®, Élastoplaste®) afin d'éliminer tout risque de compression. Dans les lésions distales affectant P3, ce pansement peut être réalisé en utilisant une gaze tubulaire élastique qui facilite la réalisation de ces pansements minimums. Ces pansements tubulaires digitaux sont disponibles dans toutes les officines avec des applicateurs facilitant la mise en place du bandage.

Cicatrisation dirigée

Lorsqu'on a opté pour une cicatrisation dirigée en présence d'une petite perte de substance pulpaire, il appartient au pansement de guider l'évolution puis la maturation cicatricielle. Le premier pansement appliqué aux termes du parage est un pansement gras sans corticoïde. Un simple pansement vaseliné peut suffire à obtenir ce résultat (Vaselitulle®, Jelonet®…). Il s'agit en effet de créer les conditions propices à l'apparition d'un bourgeonnement. Ce pansement gras sera renouvelé trois fois par semaine jusqu'à obtenir un bourgeon de bonne qualité, comblant le défect initial. Chaque changement de pansement peut être rendu indolore par une séance de « trempage » dans du sérum physiologique additionné d'antiseptique.

Le patient est encouragé dès le deuxième pansement à mobiliser activement IPP et IPD. Lorsque le bourgeon a comblé la perte de substance et que ses limites affleurent les berges épithéliales, le relais est pris par un pansement gras imbibé de corticoïdes. Ceux-ci vont arrêter le bourgeonnement et autoriser le processus d'épithélialisation. Une contraction des berges de la plaie survient alors, qui limite progressivement la surface de la zone à épithélialiser. Sous l'effet conjugué de la contraction et de l'épithélialisation, on assiste d'autre part à une migration en direction distale de la zone cicatricielle. Une partie de la cicatrice définitive se trouve sous l'effet de cette migration distale, escamotée sous le bord libre de l'ongle et à l'abri des stimuli nociceptifs. Une hyperesthésie cicatricielle est fréquente dans les premières semaines. Au pire, elle cédera à des manœuvres de désensibilisation (martelage et percussion de la zone cicatricielle) confiées à un rééducateur.

Pansement après replantation distale

Dans tous les cas, quel qu'ait été le geste vasculaire, nous optons pour une immobilisation globale de la main pour une période de cinq à six jours. Lorsqu'une suture veineuse a été réalisée et qu'aucun saignement dirigé ne s'avère nécessaire dans les suites, le pansement initial peut être laissé, inchangé, jusqu'au 5e, 6e jour. Le premier pansement effectué avant la sortie du patient est limité au doigt blessé lui-même. La mobilisation de la MP et de l'IPP est encouragée dès le 8e, 10e jour.

Lorsqu'aucune réparation veineuse n'a pu être effectuée et qu'un saignement dirigé est nécessaire dans les suites opératoires, nous avons l'habitude de réduire le pansement au minimum. Une compresse grasse ou un pansement de type Urgotul® non adhérent est placée au contact de la zone de suture cutanée, laissant visible l'extrémité replantée. Elle sera laissée en place jusqu'à la fin de la première semaine, car les manœuvres que nécessite son changement risqueraient de compromettre les connexions veineuses en train de s'établir. Deux compresses humides, disposées en huit de chiffre, recouvrent ce pansement gras.

Elles vont recueillir le sang issu du saignement dirigé et seront replacées chaque fois qu'elles seront saturées, afin d'éviter au patient le désagrément et l'inconfort qu'occasionne un pansement imbibé de sang inchangé pendant plusieurs jours.

Pansement après replantation proximale

Chaque fois que la replantation a comporté un temps de réparation tendineuse, nous avons l'habitude d'opter pour une période d'immobilisation stricte de quatre semaines. Le pansement initial réalisé en salle d'opération est laissé en place quatre à cinq jours. L'immobilisation est assurée pendant cette période par l'attelle plâtrée. Au terme de la première semaine, une orthèse remplace l'attelle plâtrée.

Pansement après chirurgie des tendons fléchisseurs

Même si le programme de rééducation est susceptible d'être réévalué secondairement, le premier pansement doit être effectué avec l'arrière-pensée de la méthode d'immobilisation ou de mobilisation qui sera utilisée en post-opératoire. L'immobilisation s'effectue en flexion du poignet et des MP. Une attelle dorsale détermine cette position et sera remplacée au premier pansement par une orthèse. Si une mobilisation selon la technique de Kleinert est planifiée, il est judicieux de placer dès ce stade un fil d'ancrage sur le bord libre de l'ongle qui permettra d'amarrer le dispositif de rappel élastique en flexion.

Pansement après chirurgie des tendons extenseurs

Ici encore le premier pansement réalisé en salle d'opération est complété par une attelle plâtrée dorsale. La position d'immobilisation post-opératoire comporte une dorsi-flexion du poignet (45°) et une flexion des métacarpophalangiennes. Les interphalangiennes sont en extension. Ce montage est remplacé au premier pansement par une attelle « statique » ou « dynamique » selon le programme choisi.

Pansement chez l'enfant

Les contraintes en termes de pansements sont très particulières chez le jeune enfant. Il faut en effet réaliser une protection qui résistera à la phase d'agitation du réveil et sera ensuite capable de rester en place inchangée pendant la phase de cicatrisation complète. Sauf exception l'habitude est de réaliser au bloc opératoire le pansement définitif combiné à l'immobilisation en résine si nécessaire. Pour éviter les « drames » que génèrent les changements du pansement dans ces tranches âge, ce dernier sera laissé en place si possible jusqu'à cicatrisation complète. Il n'est ainsi pas rare de proposer un rendez-vous à la famille pour ce changement, quinze et parfois vingt-et-un jours après l'intervention initiale. L'information aux parents doit alors être complète, expliquant en détail que tout pansement défait, sali, mouillé, malodorant doit imposer une consultation en milieu spécialisé. Inversement, le pansement initial doit être conçu pour résister à l'usage intensif auquel le soumettent les enfants. Aux couches profondes habituelles (Urgotul®, compresses, coton stérile, Velpeau® en surface), nous ajoutons une couche consistante d'Élastoplaste® en renforcement. Un Élastoplaste® large (6 cm) est mis en place en proximal, collé à la fois sur le pansement et sur la peau du bras ou de l'avant-bras pour éviter tout glissement intempestif. Enfin si une immobilisation par résine ou plâtre doit être utilisée, elle est mise en place d'emblée, et le plus souvent circulaire. Rappelons que dans le cas particulier de la chirurgie des tendons fléchisseurs de l'enfant, le plâtre en question est réalisé d'emblée au bloc opératoire, prenant le coude et prolongé jusqu'aux extrémités digitales. Il sera laissé en place sans changement jusqu'à la cicatrisation finale. Tout changement de ce dispositif chez un tout petit ne peut se faire qu'à la faveur d'une anesthésie, faute de quoi l'agitation générée par ce changement de pansement risque de compromettre les sutures tendineuses qui ont été réalisées (figure 18.3).

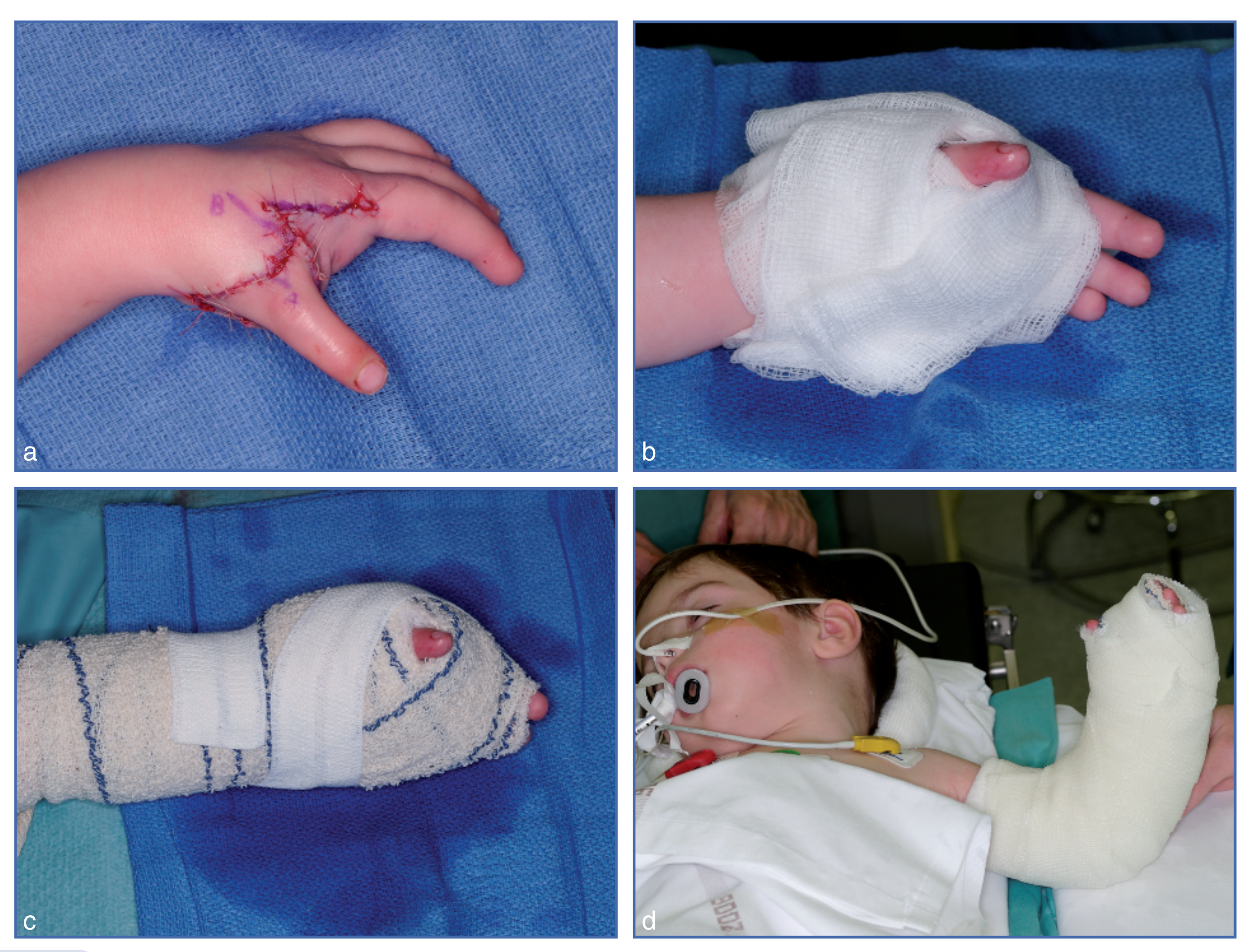


Figure 18.3

Réalisation d'un pansement chez un enfant.

a. Le geste chirurgical en question est une pollicisation de l'index.
b. Une couche de compresses humides a été placée dans la première commissure.
c. Le pansement est fixé par une bande Velpeau® circulaire renforcée d'un ou de plusieurs tours d'Élastoplaste®.
d. La résine circulaire est constituée d'emblée, fixant le coude à 90° de flexion.

Chapitre 19

Chirurgie des infections de la main

Th. Jager

PLAN DU CHAPITRE

Chirurgie de la main. L'urgence

Par leur fréquence et leur gravité, les infections de la main relèvent le plus souvent d'un traitement chirurgical en urgence. Malgré leur apparente bénignité, elles ne doivent pas être sous estimées car elles sont à l'origine de séquelles importantes si la prise en charge n'est pas adéquate et rapide. Un suivi régulier et précoce du patient est indispensable pour vérifier l'évolution vers la guérison et dépister la survenue de complications.

L'objet de ce chapitre n'est pas de discuter de l'antibiothérapie qui doit toujours être adaptée à la flore locale et à l'évolution de ses éventuelles résistances. Il s'agit ici de dresser les différents tableaux cliniques des infections et de préciser leur mode de prise en charge.

Physiopathologie et généralités

La main est richement vascularisée et s'infecte assez peu au regard du nombre de traumatismes et de plaies qu'elle subit dans la vie quotidienne.

L'infection est le plus souvent secondaire à une inoculation par plaie ou microplaies [7] dans le cadre de l'onychophagie pour le panaris. Les rares contaminations hématogènes sont à garder en mémoire, mais elles ne modifient pas la prise en charge chirurgicale de la main.

Inoculation septique

L'inoculation septique entraîne une réaction de l'hôte [9] avec inflammation et réaction immunitaire : c'est la phase d'infection non collectée. Ceci crée une augmentation de pression locale, avec libération d'enzymes et de toxines, qui vont lutter contre l'agresseur, mais également occasionner une nécrose graisseuse : c'est la phase purulente. L'infection est initialement contenue par des structures fibreuses capsulaires, des cloisons pulpaires, la gaine synoviale, ce qui explique la survenue de tableaux cliniques spécifiques. Néanmoins, la proximité de ces structures entre elles conduit à une diffusion qui peut être assez rapide de l'infection. On observera des signes cliniques spécifiques à chaque localisation.

L'inoculum bactérien est de faible volume dans les infections de la main et les signes généraux sont rares. Une lymphangite et des adénopathies peuvent être rencontrées lors de la dissémination proximale de l'infection. La fièvre et l'élévation de la protéine C-réactive ne sont pas retrouvées dans près de 3/4 des cas d'infection de la main [7]. Elles sont le signe des infections sévères associées à une bactériémie et ne participent pas au diagnostic positif mais seulement à celui de gravité. Enfin, le statut vaccinal antitétanique du patient sera toujours scrupuleusement vérifié.

Toujours considérer le tableau dans son évolutivité

Les infections de la main sont des urgences chirurgicales. Un délai court entre la lésion contaminante et l'apparition des signes infectieux, ou leur aggravation rapide avec apparition de signes généraux, nécessite une prise en charge immédiate, car l'évolution peut être fulgurante vers la nécrose tissulaire.

Balance entre l'hôte et l'agent infectieux

La balance entre l'hôte et l'agent infectieux va conditionner la gravité et l'évolution d'une infection [7,16]. Les immunodépressions et, parmi elles, le diabète, sont des facteurs péjoratifs. Les signes inflammatoires sont moins marqués et les infections plus souvent prises en charge au stade des complications. Dans le même ordre d'idée, s'il permet d'améliorer les symptômes de manière artificielle et transitoire, l'usage des anti-inflammatoires va précipiter la dissémination massive de l'infection. Leur usage aveugle est retrouvé dans la plupart des cas de fasciite nécrosante. Par ailleurs, l'antibiothérapie à l'aveugle, sans parage chirurgical, est une source de chronicisation de l'infection, car elle atténue les signes cliniques mais ne conduit pas forcément à la guérison. Le tabagisme diminue massivement l'afflux sanguin au niveau de la main [14], réduit l'apport des antibiotiques et prédispose à la nécrose tissulaire. Le diabète et la toxicomanie intraveineuses sont associées à des atteintes plurimicrobiennes [5]. Enfin, certains germes sont caractérisés par une virulence majeure comme *P. Multocida* et certains streptocoques, les staphylocoques dorés résistants à la méthicilline qui sont de plus en plus fréquents [5].

Prise en charge chirurgicale initiale

La prise en charge chirurgicale initiale vise à diminuer l'*inoculum* bactérien et à procéder au parage des tissus nécrosés. Il doit être large en ce qui concerne la graisse sous-cutanée et les structures fibreuses non indispensables, car les rechutes infectieuses sont souvent liées à une première excision trop économe. La plaie opératoire sera suturée par des points lâches, éventuellement drainée par une lame ou des crins, voire laissée à la cicatrisation dirigée pour limiter les risques d'abcédation secondaire. La réalisation peropératoire de prélèvements bactériologiques profonds et multiples doit être systématique, même pour les infections « mineures », ceci à titre médicolégal, mais aussi, et surtout, pour valider

l'antibiothérapie ou corriger le traitement en cas de germe inhabituel ou résistant. L'antibiothérapie à large spectre sera mise en route au bloc opératoire dès les prélèvements réalisés.

Le suivi précoce à 48 heures est obligatoire

Le suivi précoce à 48 heures est obligatoire dans la prise en charge des infections de la main. Le chirurgien contrôle lui-même le pansement et doit confirmer la guérison ou au moins la nette régression des symptômes initiaux. En l'absence de « guérison » apparente, une reprise chirurgicale précoce doit être envisagée. Celle-ci permettra une excision complémentaire et un nouveau rinçage abondant de la plaie. Le pansement sera alors à nouveau réévalué 48 heures plus tard. Il faut en particulier être très vigilant dans les formes membraneuses des phlegmons et des arthrites « vieillies » car les rechutes sont fréquentes.

La surveillance à 15 jours vise à limiter les séquelles enraidissantes par un appareillage précoce et une rééducation adaptée. C'est ici que se joue une part importante du résultat final.

Panaris

Stades évolutifs et formes particulières

Les panaris regroupent les infections des tissus cellulograisseux des doigts. L'architecture de ce tissu cellulograisseux est particulière; elle est divisée en multiples logettes limitées par des cloisons fibreuses. La survenue d'une infection après inoculation conduit rapidement à une augmentation de pression, occasionnant une nécrose graisseuse et une douleur vive. En 2 à 3 jours, le panaris se collecte et nécessite un débridement chirurgical. Le plus souvent, il s'agit d'une infection à *S. aureus* [7].

Panaris péri-unguéal ou périonyxis

Le panaris péri-unguéal ou périonyxis (figure 19.1) est le plus typique et le plus fréquent. Il peut survenir dans le cadre de microtraumatisme par onychophagie, mais également lors d'inoculation par plaie punctiforme (épine) ou soins de manucure inadaptés. La recherche du mécanisme est importante afin de ne pas méconnaître un corps étranger. La phase d'invasion est caractérisée par une rougeur, parfois minime, et surtout par une douleur à la palpation latéro-unguéale. On retrouvera ensuite une turgescence périunguéale inflammatoire non fluctuante. Lors de la phase de maturité, souvent 48 heures après le début des signes, la douleur est importante, pulsatile, permanente et parfois insomniante. L'examen recherchera les complications dues à l'extension de l'infection.

Panaris pulpaire

Le panaris pulpaire (figure 19.2) est plus rare, caractérisé par une pulpe tendue et douloureuse, mais un revêtement cutané péri-unguéal indemne. Une inoculation pulpaire et la possibilité de persistance d'un corps étranger sont recherchées. L'œdème est moins marqué que lors des formes dorsales, du fait de la rigidité relative des cloisons pulpaires antérieures et du peu de volume d'expansion disponible. Un véritable syndrome des loges pulpaires se constitue, conduisant à la nécrose graisseuse rapide. L'atteinte osseuse de P3 ou de la gaine des fléchisseurs par l'extension proximale de l'infection est possible.

Le diagnostic différentiel avec le panaris herpétique est parfois difficile. La notion de contage, deux semaines au préalable, et la présence de vésicules à liquide clair est recherchée. La résolution est spontanée après trois semaines, avec 20 % de récidive à distance. L'incision est à éviter du fait du risque de surinfection bactérienne et un pansement simple est mis en place pour éviter toute contagion supplémentaire [15].

Formes compliquées

Les formes compliquées découlent d'une infection négligée par le patient ou refroidie par un traitement antibiotique aveugle et inadapté.

Il est fréquent de retrouver une lésion latérale ou proximale du lit unguéal dans les panaris vus tardivement, traduisant un début d'évolution en boutonnière.

Panaris en boutonnière

Le panaris en boutonnière est une extension latérale et pulpaire par fistulisation. Il doit être systématiquement exploré dans toutes ses dimensions lors de l'exérèse chirurgicale afin d'éviter l'échec thérapeutique.

Complications tendineuses

Les complications tendineuses sont graves. L'extension palmaire de l'infection peut conduire à un phlegmon de la gaine des fléchisseurs. La présence de signes cliniques doit être systématiquement recherchée. En cas de suspicion, un lavage premier de la gaine est préférable. L'abord sera

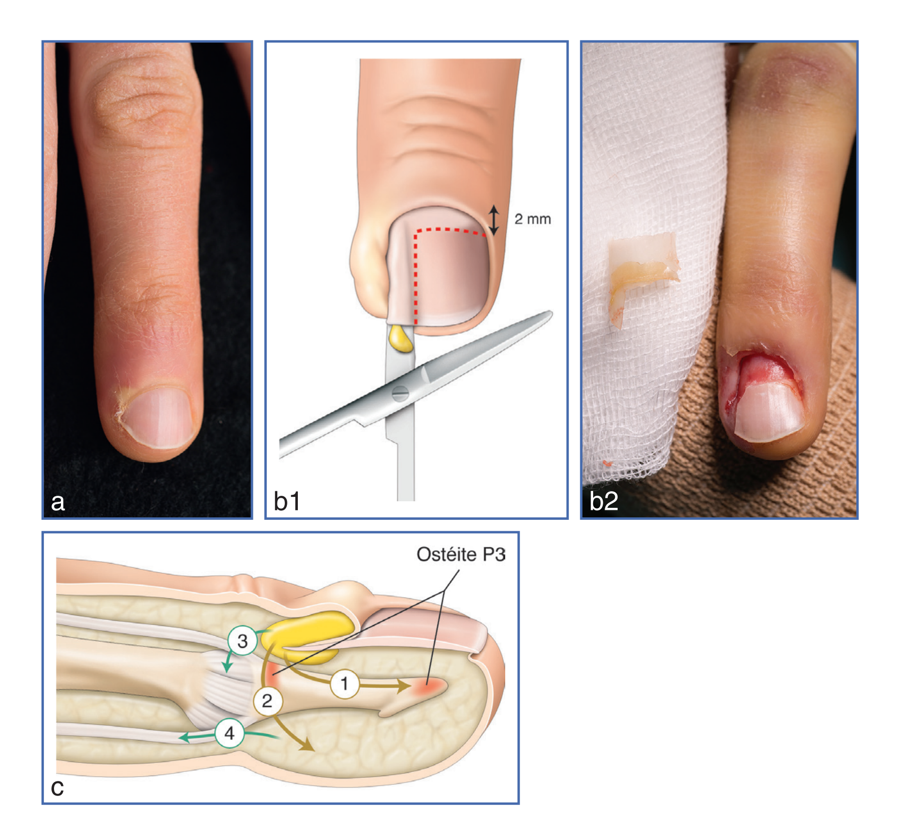


Figure 19.1

a. Panaris péri-unguéal ou périonyxis.
b1. La tablette unguéale flotte dans le pus et devra être excisée. B2. Recoupe unguéale du panaris après décollement aux ciseaux. Noter la distance de 2 mm par rapport au repli éponychial.
c. Voies de progression potentielles d'un panaris péri-unguéal négligé : 1. extension osseuse vers la houppe phalangienne ou la métaphyse de P3 et constitution d'une ostéite. 2. extension para-phalangienne en direction pulpaire réalisant le panaris en boutonnière. 3. contamination articulaire IPD et propagation le long du tendon extenseur. 4. extension palmaire proximale et évolution vers un phlegmon de la gaine des fléchisseurs.

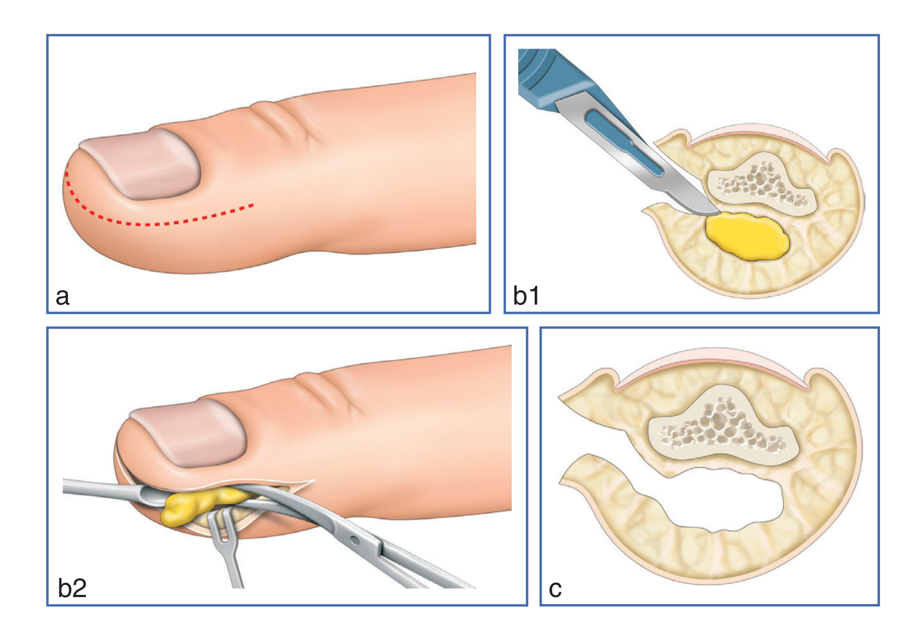


Figure 19.2

a. Panaris pulpaire réalisant un véritable syndrome des loges. Incision en gueule de requin.
L'excision et le curetage (b) des tissus nécrotiques doivent être complets pour éviter la diffusion de l'infection le long de la phalange et du fléchisseur profond (c).

refermé avant de procéder au traitement du panaris lui-même. La nécrose de la bandelette terminale de l'extenseur est rare ; elle complique une arthrite septique chez un hôte fragile ; son traitement est difficile. La faible épaisseur du tendon extenseur rend la reconstruction difficile et l'arthrorise est ici contre-indiquée vu le contexte septique. De même, l'immobilisation par une tuile dorsale est inconfortable et accroît le risque de nécrose cutanée.

Ostéites et arthrites interphalangiennes distales

Les ostéites et arthrites interphalangiennes distales du doigt se rencontrent quasi exclusivement chez les patients immunodéprimés et notamment diabétiques. Un traitement médical trop prolongé, la prise d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) ou la négligence conduisent à une ostéite de la houppe de P3 ou de la zone métaphysaire après perforation nécrotique du lit unguéal. La réalisation d'une radiographie préopératoire est recommandée, dans ce contexte, pour ne pas mésestimer la gravité de ces lésions qui peuvent conduire à l'amputation digitale. L'extension articulaire interphalangienne distale (IPD) par contigüité est difficile à différencier sur le plan clinique du panaris hyperalgique car la région est globalement douloureuse. La douleur à la pression latérale articulaire et à la mobilisation doit être recherchée.

Nécrose et fistulisation cutanée

La nécrose et la fistulisation cutanées intéressent le plus souvent le pourtour unguéal et correspondent à l'évolution naturelle du panaris sans traitement. La fausse amélioration observée lors de la réduction de la pression péri-unguéale ne doit pas empêcher la planification d'un parage correct. Le risque de rechute lors de l'occlusion de l'orifice fistuleux, ou la chronicisation de l'infection, est toujours présent.

Traitement

Traitement médical

Le traitement médical se justifie dans l'attente d'une évolution vers le stade de maturité avec abcédation [9]. Des pansements humides à base de chlorhexidine sont réalisés 24 heures sur 24 et réhumidifiés plusieurs fois par jour si nécessaire. Ils peuvent permettre la régression d'un panaris en phase d'invasion, mais ne permettront pas la guérison d'un panaris collecté. Le contrôle du pansement est réalisé par le chirurgien au plus tard à 48 h et la décision chirurgicale éventuelle doit être évaluée à ce moment. Nous ne mettons pas en place d'antibiothérapie à ce stade pour ne pas favoriser une évolution torpide de l'infection.

Traitement chirurgical

Le traitement chirurgical est systématique lorsque le panaris est collecté, car la nécrose graisseuse infectée doit être excisée [9].

Panaris pulpaires

Dans le cas des panaris pulpaires, nous préférons une incision latéropulpaire ou en gueule de requin en fonction de la localisation principale de l'infection (figure 19.2a). Nous évitons dans la mesure du possible les incisions centrales de la pulpe qui peuvent être source d'hypersensibilité de la cicatrice, pouvant conduire à l'exclusion digitale. Lors du parage, il faut absolument effondrer toutes les cloisons fibreuses pulpaires et procéder à l'excision extensive de la nécrose graisseuse. Un drainage par des crins de Florence ou une petite lame peut être mis en place pour les 48 premières heures dans les cas les plus sévères pour limiter les risques de rechute précoce. Une antibiothérapie à large spectre, post-opératoire, est mise en place.

Panaris péri-unguéaux

Dans le cas des panaris péri-unguéaux, l'ongle agit comme un corps étranger inerte, permettant l'adhésion bactérienne et doit être retiré [9,15]. En effet, l'infection intéresse le bord proximal et souvent latéral de la tablette qui « flotte » au sein de la nécrose infectée. Un traitement trop économique, laissant en place cette partie de l'ongle, expose au risque de rechute précoce. Nous procédons systématiquement à la résection du bord proximal et latéral de la tablette unguéale (figure 19.1). L'ongle est décollé à l'aide de la lame des ciseaux, face plate contre la tablette, au niveau de la face supérieure et inférieure de l'ongle. Le plus souvent, la cavité abcédée se vidange et un prélèvement bactériologique est réalisé. On résèque le bord infecté de la tablette et sa partie proximale, 1 à 2 mm en aval du rebord éponychial. Ceci évite que l'éponychium ne vienne adhérer à la tablette restante et ne conduise à une récidive. La tablette saine restante contribue à un meilleur confort des premiers pansements post-opératoires.

Dans le cas d'un panaris soulevant plus du tiers de la longueur de tablette unguéale apparente, nous procédons au retrait de celle-ci dans sa totalité. La matrice est inspectée et désinfectée prudemment à l'aide d'une compresse. On procède à un curetage du cul-de-sac éponychial mais jamais de

la matrice sous peine de générer une dystrophie unguéale irréversible. Le parage du granulome infectieux réalisé, on recherche systématiquement une expansion latérale de l'abcès sous forme d'une boutonnière et une lésion du lit unguéal. Un feuillet d'hydrocolloïde type Urgotul® est interposé entre la matrice et l'éponychium et un pansement compressif est réalisé. Ce pansement est humidifié à la chlorhexidine en cas d'inflammation cutanée majeure ou de lymphangite débutante, avec marquage au stylo des limites de la zone inflammatoire. L'antibiothérapie ne sera prescrite qu'en cas de panaris compliqué.

L'opérateur effectue lui-même le pansement à 48 heures puis à 8 à 10 jours afin de confirmer la régression satisfaisante du processus infectieux. Les pansements seront interrompus à cette date, qui correspond à l'épidermisation du lit unguéal exposé. La repousse unguéale est longue et sa surveillance n'est pas indispensable. Le patient doit être informé des impératifs du traitement chirurgical et du risque de dystrophie unguéale due à la seule infection.

Figure 19.3

Anatomie des gaines synoviales des fléchisseurs.
Le fléchisseur du pouce a une gaine spécifique, celui de l'auriculaire a une gaine commune avec les tendons fléchisseurs des doigts longs, ces deux gaines vont au-delà des plis du poignet.

Phlegmon des gaines et ténosynovites infectieuses

Le phlegmon des gaines

Le phlegmon des gaines des fléchisseurs est une urgence chirurgicale absolue. Le pronostic fonctionnel du doigt est engagé car une prise en charge tardive conduit à des séquelles majeures [2]. Il s'agit, comme souvent au niveau de la main, d'infections à *S. aureus*, streptocoque ou *Pasteurella multocida*. La gaine synoviale est un milieu nutritif pour le tendon fléchisseur, mais peu défendu donc propice à l'infection [6]. La survenue d'un phlegmon expose à des remaniements inflammatoires de la gaine synoviale, source d'adhérences qui vont compromettre l'excursion tendineuse. Lors de l'infection, la pression augmente de manière importante dans la gaine, ce qui entraîne une douleur intense, une ischémie du tendon fléchisseur qui contribue au risque de rupture nécrotique [18].

L'anatomie des gaines des tendons fléchisseurs a bien été étudiée par Doyle [3,4]. Elle est détaillée au chapitre 10, « Lésions des tendons fléchisseurs ». Le phlegmon du pouce et du 5e doigt entraîne une atteinte de la gaine digitocarpienne, avec parfois développement de phlegmon à bascule ou en fer à cheval, en cas de communication proximale des gaines en regard du poignet (figure 19.3).

Une inoculation est fréquemment retrouvée sous la forme d'une plaie punctiforme ou non, d'une morsure ayant provoqué une effraction de la gaine fibreuse digitale. L'infection progresse en 24–72 heures, alors que la plaie est parfois déjà devenue invisible.

Kanavel [10,11] a bien décrit les signes cardinaux du phlegmon. Le doigt présente une attitude semi-fléchie avec un œdème symétrique et fusiforme du doigt. La mobilisation active en flexion et passive en extension est très douloureuse et parfois traçante. La douleur à la pression des culs-de-sac de la gaine digitale est typique ; elle s'étend progressivement sur toute la longueur de la gaine digitale. La survenue de ces douleurs antérieures à distance de la plaie doit absolument faire évoquer le diagnostic et déclencher le traitement.

En cas de phlegmon intéressant la gaine digitocarpienne, la mobilisation passive des doigts longs peut être douloureuse et on retrouve une douleur à la pression du pli de flexion du poignet. À ce niveau, la gaine est purement synoviale et fragile. Sa dilatation limite l'augmentation de la pression, sa faiblesse conduit rapidement à une nécrose avec perforation et diffusion de l'infection dans les espaces adjacents dont l'espace de Parona [6]. Les signes cliniques sont moins parlants en proximal et doivent être recherchés en cas de signes évidents de phlegmon du pouce ou de l'auriculaire.

Evolution naturelle du phlegmon

L'évolution naturelle du phlegmon se fait suivant les trois stades suivants, rapportés par Michon [9,13] :

- *la phase de synovite congestive* où les structures synoviales sont encore souples et préservées, le liquide synovial présente un aspect hyperfluide, trouble ou purulent. Il s'agit du moment idéal pour le lavage chirurgical simple. Lors de ce lavage, la purge de la gaine est efficace avec un passage facile et libre du liquide de lavage entre les incisions étagées réalisées;
- *la phase de synovite membraneuse* suit rapidement, en quelques heures à quelques jours. On retrouve une hyperplasie synoviale et la constitution de pseudomembranes infectieuses, colonisées. Le lavage simple est ici insuffisant, voire impossible, le liquide ne circulant pas librement dans le canal digital obstrué par la synovite. La réinfection est fréquente à partir de ces réservoirs infectieux et la ténosynovectomie de la gaine digitale est indispensable;
- *la phase de nécrose tendineuse infectieuse* est dramatique pour l'avenir fonctionnel du doigt. L'hyperpression dans la gaine qui conduit à une ischémie tendineuse se conjugue à l'agression chimique pour aboutir à une rupture tendineuse septique [18]. L'infiltration infectieuse des structures fibreuses, tendons et poulies, nécessite leur parage sous peine d'assister à des récurrences septiques et des fistulisations prolongées. La reconstruction ultérieure est particulièrement complexe par la durée nécessaire, la médiocrité du résultat obtenu et le risque de récidive infectieuse lors de chaque temps chirurgical.

Diagnostic différentiel

Le diagnostic différentiel cherche essentiellement à éliminer une arthrite septique IPP associée, caractérisée par des douleurs à la mobilisation analytique IPP et à la pression latérale de l'articulation. L'absence de notion d'inoculation et les antécédents feront le diagnostic différentiel avec les ténosynovites inflammatoires rhumatismales ou d'hypersollicitation. Le cas des synovites réactionnelles à « piquants » est beaucoup plus difficile du fait de l'inoculation initiale. Les oursins, palmiers et certains cactus peuvent provoquer ces synovites hyperplasiques mimant un phlegmon subaigu. En cas de doute, une ténosynovectomie avec analyse anatomopathologique et bactériologique du produit d'exérèse fera le diagnostic, soulagera le patient et évitera la survenue d'une nécrose tendineuse si l'infection est au final authentique.

Traitement des phlegmons de la gaine digitale

Le traitement des phlegmons de la gaine digitale impose un lavage efficace de la gaine tendineuse et une antibiothérapie intraveineuse initiale afin d'éradiquer rapidement le germe responsable et de limiter les adhérences au sein de la gaine. Le traitement antibiotique à l'aveugle, le traitement anti-inflammatoire et les pansements humides ne feront que retarder la prise en charge chirurgicale et exposent le patient au risque de complication. La rééducation est vigilante pour limiter l'importance des séquelles.

Lavage simple de la gaine (figure 19.4)

Le lavage simple de la gaine est réalisé dans les formes débutantes. On procède au parage de la porte d'entrée qui est excisée en quartier d'orange et suturée de manière lâche après exérèse de la nécrose graisseuse adjacente éventuelle. On réalise deux contre-abords aux extrémités de la gaine digitale du rayon atteint. L'ouverture de la gaine est faite à l'aide de ciseaux, en veillant à ne pas occasionner de lésion épitendineuse supplémentaire. On retrouve fréquemment un écoulement de liquide louche ou puriforme qui confirme l'infection. Les prélèvements bactériologiques sont systématiques pour adapter ultérieurement le traitement antibiotique.

Un cathéter est introduit en proximal et un lavage très abondant est pratiqué pour purger la gaine de l'*inoculum* bactérien. Pour le pouce et l'auriculaire, les incisions seront initialement pratiquées en face palmaire de l'IPD et en regard de A1. En cas de phlegmon confirmé à hauteur de A1 ou de douleurs à la pression proximale de la gaine digitocarpienne, un abord à hauteur du pli de flexion du poignet sera nécessaire.

Plusieurs erreurs doivent être évitées lors de la purge des gaines synoviales. Il ne faut pas utiliser d'eau oxygénée pour cette désinfection, du fait de l'irritation qu'elle provoque sur la gaine synoviale et des risques de syndrome des loges du doigt lors de la production de mousse. L'opérateur doit veiller, lors du lavage, à l'absence d'extravasation de sérum physiologique dans les parties molles en dehors de la gaine, conduisant à un œdème digital et une localisation infectieuse potentielle supplémentaire. Enfin, le lavage doit permettre un écoulement libre et efficace du sérum physiologique entre les abords de la gaine fibreuse digitale. Tout écoulement faible doit faire suspecter une synovite membraneuse et conduire à un abord plus large de la gaine digitale.

Ténosynovectomie du fléchisseur (figure 19.5)

La ténosynovectomie du fléchisseur, lorsqu'elle est nécessaire, est réalisée de la même manière que lors d'une maladie rhumatismale. L'excision est carcinologique, en respectant les éléments d'importance fonctionnelle majeure. L'incision est pratiquée en baïonnette ou, selon Brunner, tout le long

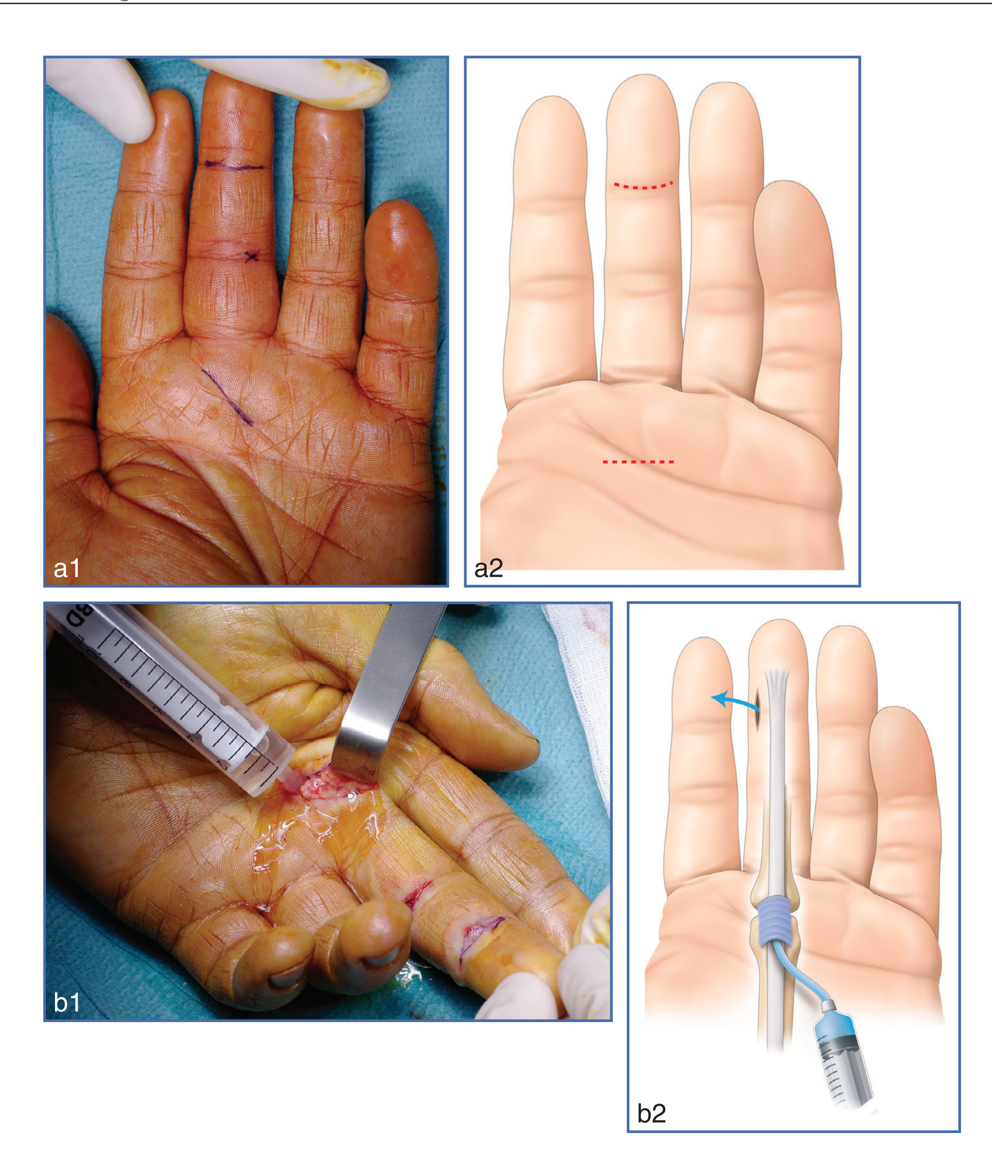


Figure 19.4

a. Phlegmon de la gaine des fléchisseurs du majeur. L'inoculation de la gaine s'est produite en regard du pli de flexion de l'IPP (x) ce qui impose une excision et une fermeture lâche.
b. Lavage de la gaine des fléchisseurs à l'aide d'un cathéter introduit au niveau du pli palmaire distal par une courte incision transversale, l'incision transversale en regard de l'IPD permet l'évacuation du liquide de lavage.

de la gaine. Un fenêtrage entre les poulies permet l'excision du tissu infecté à l'aide de la pince gouge fine et des ciseaux, en tentant de préserver les *vinculæ*. Si la gaine est déliquescente au niveau des poulies « faibles » cruciformes A3 et A5, elles seront économiquement excisées pour limiter les risques de résurgence infectieuse.

En cas de fistule ou de nécrose sur la porte d'entrée infectieuse, la couverture cutanée sera assurée par la réalisation de lambeaux de Hueston levés à partir de l'incision en baïonnette. Dans les cas d'atteinte de la gaine digitocarpienne, l'abord est large avec ouverture du canal carpien. Le nerf médian est identifié et protégé ainsi que ses branches, avant de conduire une ténosynovectomie extensive. L'importance de la chirurgie nécessaire au stade membraneux et les difficultés de récupération fonctionnelle dans les suites plaident sans appel en faveur d'une prise en charge chirurgicale précoce au stade congestif.

En cas de nécrose tendineuse (figure 19.6)

En cas de nécrose tendineuse, l'excision est radicale, emportant le fléchisseur rompu et les tissus déliquescents. Il faut tenter de préserver si possible l'autre fléchisseur disponible sur les doigts longs car la reconstruction est difficile. Il est en effet impossible de mettre en place une tige de silicone dans ce contexte, ce qui va conduire à un collapsus de la gaine digitale vide.

Une attelle antalgique est mise en place au sein d'un pansement compressif et le traitement antibiotique par bithérapie intraveineuse est démarré en salle d'opération dès les prélèvements bactériologiques réalisés. Ce traitement est poursuivi en hospitalisation pour 48 h et, à ce stade, le pansement est impérativement revu par l'opérateur. L'examen doit noter de francs signes d'amélioration clinique, voire une « guérison » de l'infection avec disparition de la douleur à la pression de la gaine et à l'extension digitale. Il faut également rechercher une souffrance cutanée des abords chirurgicaux.

La persistance de douleurs doit conduire à la réalisation d'un *second-look* chirurgical [9] pour un nouveau rinçage de la gaine digitale et une excision complémentaire éventuelle. C'est à ce prix seulement que la chronicisation des lésions sera évitée et la guérison obtenue. L'antibiothérapie sera alors poursuivie par voie orale, selon l'antibiogramme, pour une durée de 15 jours.

Pour limiter les adhérences péritendineuses, la mobilisation digitale est précoce dès que la phase œdémateuse et douloureuse des 2–3 premiers jours est passée. L'appareillage dynamique en extension et en enroulement est adapté en fonction des déficits à partir du 15e jour postopératoire et la rééducation sera attentive [8]. Le flexum IPP et les adhérences du fléchisseur responsable d'une perte de l'enroulement en course interne sont fréquents en dépit d'une prise en charge précoce et adaptée [16]. Le résultat clinique se dégrade souvent lorsqu'une synovectomie a été nécessaire et sur les terrains fragiles [16].

Figure 19.5

a. Synovectomie des fléchisseurs.
b. La fermeture cutanée fait appel à deux lambeaux de Hueston utilisant l'incision initiale en baïonnette.

Autres ténosynovites infectieuses

L'atteinte la plus fréquente intéresse les extenseurs des doigts et du poignet sous le rétinaculum des extenseurs. Le plus souvent, la plaie est ponctiforme et survient dans le cadre des morsures animales au niveau du poignet. L'examen retrouve un impact en regard du rétinaculum des extenseurs et des douleurs diffuses en aval et amont de la plaie avec un œdème modéré car le rétinaculum rigide contient l'expansion synoviale. La mobilisation active et passive des tendons du compartiment intéressé est douloureuse.

Le parage chirurgical de la porte d'entrée et la ténosynovectomie des extenseurs est systématique au niveau du ou des compartiments atteints. Dans le cas d'un impact en regard du pli d'extension du poignet, il faut systématiquement rechercher un impact au travers de la capsule articulaire, qui peut évoluer en arthrite septique et une lésion des ligaments interosseux du poignet.

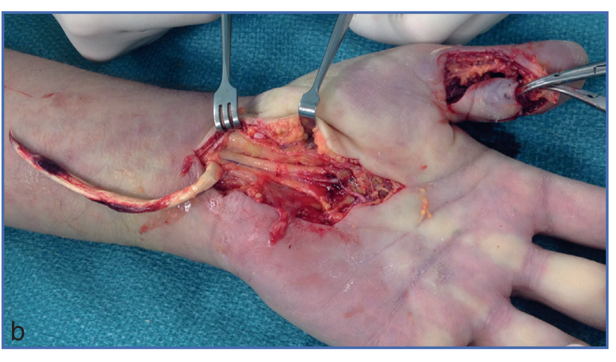


Figure 19.6

a. Rupture du long fléchisseur du pouce suite à un phlegmon traité aux antibiotiques.
b. Parage, synovectomie totale de la gaine jusqu'au poignet, résection du fléchisseur profond et traitement de l'arthrite de l'IP par une arthrodèse définitive.

La prise en charge médicale péri-opératoire est identique à celle du phlegmon de la gaine des fléchisseurs.

Arthrites septiques de la main

L'inoculation est également la cause la plus fréquente des arthrites septiques de la main. La plaie peut être ponctiforme avec une évolution rapide en 48–72 h vers un tableau typique. Ceci justifie l'exploration systématique des plaies dorsales en regard des zones articulaires car le revêtement y est très fin. Les atteintes hématogènes sont rares et surviennent dans un contexte d'immunodépression ou en cas d'infection gonococcique.

L'hyperpression intra-articulaire secondaire à l'inflammation, associée aux enzymes et toxines bactériennes va conduire à une nécrose cartilagineuse rapide en quelques jours. Il y a une corrélation entre le délai de traitement et le résultat fonctionnel final. En l'absence de traitement, des fistulisations sous-chondrales vont induire une ostéoarthrite septique gravissime [6]. En cas de consultation retardée, la radiographie recherchera un pincement articulaire diffus et une ostéopénie péri-articulaire caractéristiques de ces ostéoarthrites évoluées.

Clinique

La clinique est typique avec des douleurs à la pression latérale de l'articulation et une mobilisation active et passive douloureuse de l'articulation. Un œdème symétrique à hauteur de l'articulation est fréquemment retrouvé avec un doigt en semi-flexion. La palpation de la gaine digitale est indolore. L'absence de fièvre ou de syndrome inflammatoire, courante, ne doit en aucun cas retarder la prise en charge chirurgicale, qui est effectuée sans délai. Il est parfois très difficile de distinguer l'arthrite septique d'une atteinte microcristalline ou rhumatismale. En cas de doute, l'arthrite doit être traitée comme une infection, car le pronostic est alors le plus sévère.

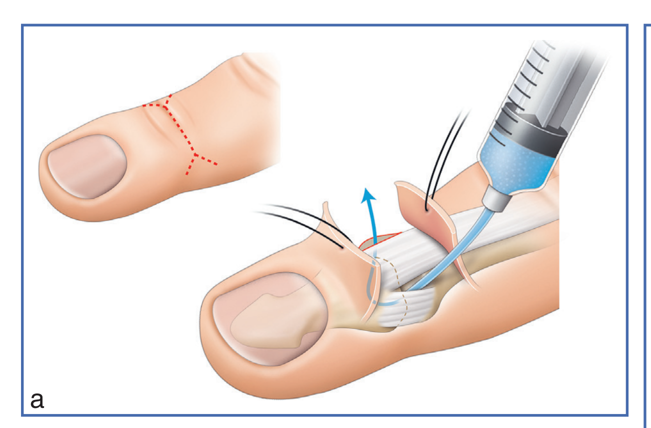
Traitement chirurgical par arthrotomie

Le traitement est chirurgical par arthrotomie et lavage articulaire au sérum physiologique. L'inspection du cartilage revêt un caractère pronostique, surtout s'il présente déjà un aspect dépoli ou grisâtre. Une synovectomie articulaire à l'aide du bistouri et de la pince gouge est nécessaire en cas de synovite profuse membraneuse.

La voie de Beasley sera utilisée pour l'IPD, avec capsulotomie de part et d'autre de la bandelette terminale. L'une d'elles servira à introduire un cathéter de rinçage et l'autre servira d'orifice de sortie afin de créer une circulation intra-articulaire du liquide de lavage (figure 19.7a). Il faut beaucoup insister sur le rinçage de la partie palmaire de l'articulation et notamment le cul-de-sac antérieur de la plaque palmaire où il existe un risque de stase.

De la même manière, une voie arciforme dorsale sera utilisée pour l'IPP avec une capsulotomie de part et d'autre de la bandelette centrale de l'appareil extenseur (figure 19.7b).

L'atteinte de la métacarpophalangienne (MP) est plus souvent la conséquence de lésions du « donneur de coup de poing ». La voie sera curviligne dorsolatérale ou en baïonnette par prolongation de la plaie initiale. La dossière de l'in-



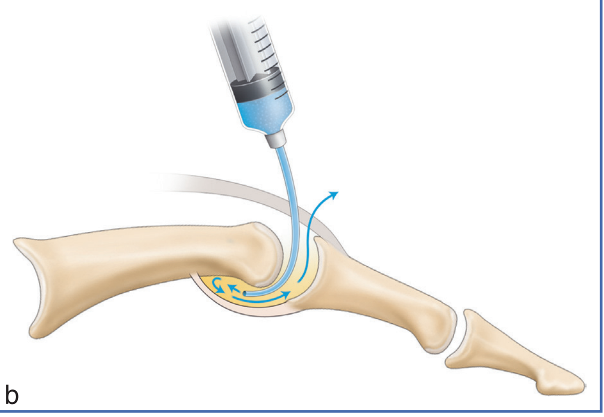


Figure 19.7

a. Arthrite de l'IPD : par une voie d'abord selon Beasley, le lavage s'effectue en introduisant le cathéter entre le ligament collatéral et la bandelette terminale du tendon extenseur.
b. Arthrite de l'IPP : le cathéter de lavage introduit entre la bandelette médiane et latérale du tendon extenseur doit gagner le cul de sac de la plaque palmaire.

terosseux sera ouverte pour l'accès articulaire et refermée en fin d'intervention à l'aide de points séparés en X de PDS 4/0. Dans ce contexte, il faut absolument rechercher des impacts à l'apex de la tête métacarpienne par mise en flexion de la MP. Ces lésions doivent être curetées et lavées avec soins et précaution sans augmenter la taille du déficit cartilagineux. Il s'agit en effet de portes d'entrées pour une ostéoarthrite MP.

La prise en charge hospitalière post-opératoire est identique à celle du phlegmon, avec les mêmes critères de reprise chirurgicale précoce en l'absence de guérison à 48 heures. La durée du traitement antibiotique oral est de trois à six semaines en fonction des constatations peropératoires et du contexte [12]. Une antibiothérapie intraveineuse de quelques jours, suivie d'un traitement oral de trois semaines permet ainsi de guérir la majorité des infections de la main et du poignet [12].

Complications

Les complications chroniques des arthrites septiques sont fréquentes, à type de douleurs ou raideurs articulaires, liées aux dégâts cartilagineux et aux séquelles capsuloligamentaires. En aigu, la diffusion de l'infection se fait préférentiellement en dorsal au travers de la capsule articulaire, réalisant une véritable fonte purulente de l'appareil extenseur au niveau de la bandelette centrale pour l'IPP ou de la bandelette terminale pour l'IPD. Les ligaments collatéraux et la plaque palmaire sont en effet plus résistants.

Le traitement en est difficile, avec des résultats médiocres car la suture est impossible et les plasties non réalisables en urgence. La conversion de l'arthrite septique en ostéoarthrite est le fait de négligences associées à une faiblesse de l'hôte au premier rang desquelles se retrouve le diabète. L'amputation est fréquente dans ce contexte.

En revanche, chez un patient jeune et motivé, en présence de destructions ostéoarticulaires majeures, une arthrodèse définitive en deux temps peut être proposée. Un parage large avec interposition de *spacer* cimenté aux antibiotiques est pratiqué lors du premier temps. Après un traitement antibiotique prolongé de deux à trois mois et une fenêtre thérapeutique d'observation, une greffe osseuse d'origine radiale complètera l'arthrodèse définitive. Le résultat fonctionnel sera meilleur dans le cas d'une atteinte IPD, que pour l'IPP.

Infections des loges de la main

Les infections des loges thénarienne, hypothénarienne et palmaire moyenne sont rares. Ces espaces sont cloisonnés par de véritables fascias rigides qui limitent la propagation de l'infection, mais vont également réduire les possibilités d'expansion tissulaire œdémateuse (figure 19.8). Ainsi, l'examen clinique retrouve une loge tendue et douloureuse en antérieur et parfois un œdème réactionnel plus important mais souple de la face dorsale de main.

L'infection survient par inoculation bactérienne ou surinfection par un corps étranger lors d'une plaie de la main non explorée. Elle peut aussi survenir par propagation d'un phlegmon ou diffusion d'un abcès.

Infection de la loge thénarienne

L'infection de la loge thénarienne se caractérise par une position d'hyperabduction-antépulsion spontanée du pouce, avec une loge douloureuse et tendue. Cette position antalgique diminue la traction sur les muscles et fascia enflammés. L'adduction passive ou l'opposition contrariée sont douloureuses. La première commissure est souvent tuméfiée par extension de l'infection en direction postérieure, autour du 1er interosseux dorsal, à la face profonde de l'adducteur. Le parage chirurgical se fait au travers d'une voie d'abord dans le pli thénarien, qui sera prolongée dans la 1re commissure en cas d'abcès à extension postérieure (figure 19.9).

Atteinte de la loge hypothénarienne

L'atteinte de la loge hypothénarienne est toujours secondaire à des inoculations directes, car le phlegmon de l'auriculaire entraîne une diffusion de l'infection jusqu'au canal

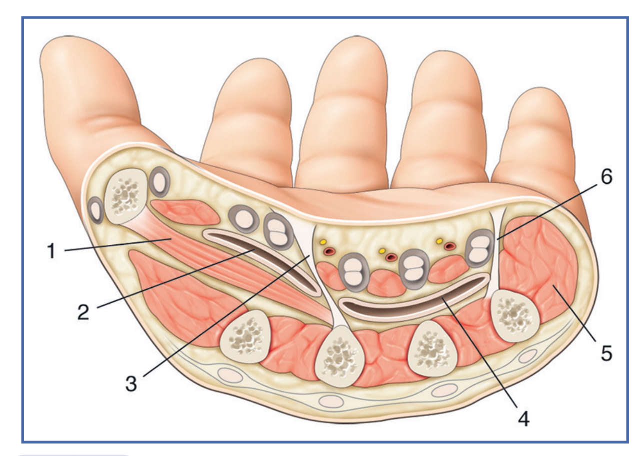


Figure 19.8

Organisation anatomique des loges de la main.
Dans la loge thénarienne l'abcès (2) se collecte en avant de l'adducteur du pouce (1). Les loges thénarienne et hypothénarienne (5) sont chacune cloisonnée par un fascia rigide (3 et 6) individualisant la loge palmaire moyenne (4).

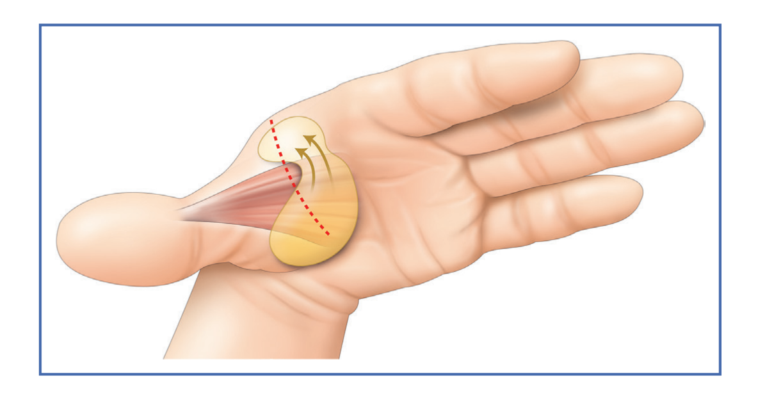


Figure 19.9

Abcès thénarien en boutonnière qui gagne la face dorsale en contournant l'adducteur du pouce. L'incision débute au pli thénarien et se prolonge à travers la 1re commissure.

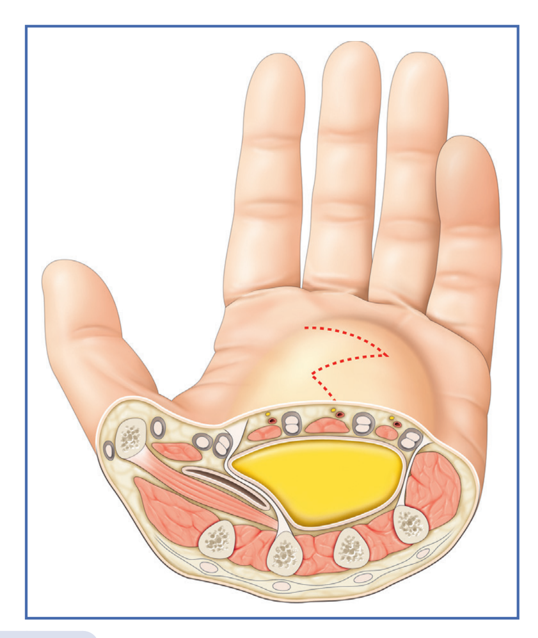


Figure 19.10

Abcès de la loge palmaire moyenne.
La collection est profonde entre le plan des métacarpiens et soulève les tendons fléchisseurs et les pédicules vasculonerveux, créant une déformation convexe de la paume de la main. La voie d'abord est en zigzag.

carpien. Les signes cliniques sont similaires, en miroir, à l'atteinte de la loge thénarienne. L'incision de drainage est l'équivalent de celle pratiquée pour une neurolyse du nerf cubital dans la loge de Guyon, mais plus distale.

Infection de la loge palmaire moyenne

L'infection de la loge palmaire moyenne est la conséquence de l'extension proximale d'un phlegmon de D3, D4 ou d'une inoculation directe. L'examen clinique retrouve une perte de concavité de la paume de main qui est tendue, convexe et douloureuse. L'œdème est souvent massif en face dorsale. La mobilisation des doigts longs est difficile mais moins douloureuse qu'en cas de phlegmon. L'incision peut être longitudinale, en ligne brisée ou transversale. Cette infection peut se propager à l'avant-bras dans la loge de Parona entre les fléchisseurs profonds et le carré pronateur (figure 19.10).

Infections commissurales

Les infections commissurales se présentent souvent sous des formes dites « en boutonnière » et nécessitent une exploration palmaire et dorsale. On note une attitude en écartement des doigts adjacents et un bombement de la commissure affectée. Les incisions doivent viser à limiter les séquelles rétractiles commissurales (figure 19.11).

Morsures à la main

Les morsures au niveau de la main ne sont qu'un mode d'inoculation particulier. Qu'elles soient dues à un animal ou à un être humain, elles requièrent une surveillance étroite car très contaminantes. Les tableaux cliniques sont très variés, de la simple égratignure aux pertes de substance musculocutanée importantes.

Morsures animales

Les morsures animales nécessitent absolument la vérification du statut vaccinal antitétanique du patient et antirabique de l'animal, avec envoi secondaire du patient en consultation au centre antirabique de référence en cas de doute. Les germes sont le plus souvent *S. aureus*, *Streptococcus viridans*, *Bacteroides* et surtout *Pasteurella multocida*. Cette dernière provoque des infections à propagation rapide et explosive.

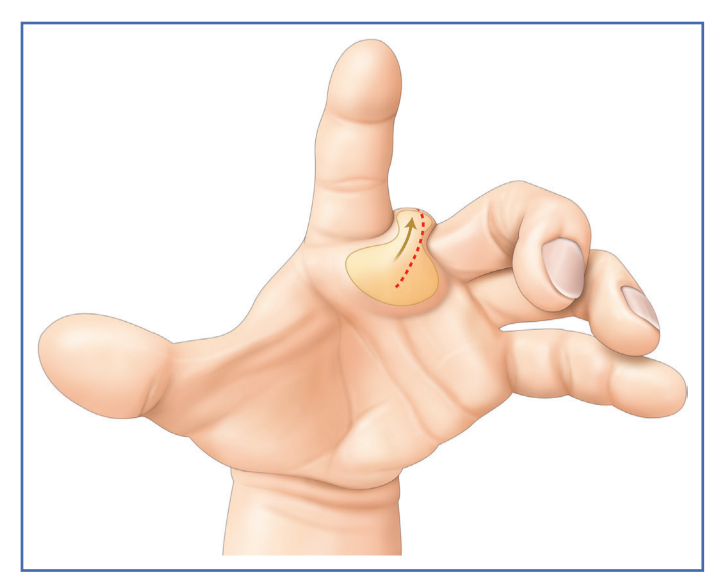


Figure 19.11

Abcès commissural en boutonnière entre des doigts longs.
L'incision est longitudinale de palmaire en dorsal pour limiter les séquelles cicatricielles rétractiles.

L'anatomie de la dent de l'animal joue un rôle. La dent de chat, fine et longue, permet une inoculation en profondeur, le trajet se refermant lorsque la prise est lâchée. Ceci conduit à une infection profonde, rapide avec abcédation en quelques heures, sans écoulement extériorisé possible. La plaie étant petite, le patient ne juge pas utile de consulter avant la survenue de complications [17]. La pénétration profonde de ces dents fines inocule très facilement jusqu'à la gaine fibreuse digitale. Au contraire, les dents de chien sont plus larges et provoquent un délabrement plus important, permettent un meilleur écoulement spontané donc l'infection apparaît plus tardivement et plus rarement.

Le traitement chirurgical est pour nous systématique avec l'excision des points d'entrée qui sont laissés ensuite à la cicatrisation dirigée. On procède également au parage de la nécrose graisseuse sous-jacente. Une antibiothérapie orale est proposée lorsque la plaie est peu souillée. En revanche, l'hospitalisation pour antibiothérapie intraveineuse est requise en cas d'abcédation ou de lymphangite associée. Cette dernière fera également l'objet de pansements postopératoires humides à base de chlorhexidine et ses limites seront marquées au stylo pour suivre l'évolution locale de manière objective. Certains proposent un traitement antibiotique isolé pour les morsures vues précocement et éloignées des articulations ou gaines tendineuses, mais le suivi précoce est impératif car près de 15 à 20 % des cas continuent de s'aggraver [1]. Dans ces cas, les dégâts sont souvent plus importants que lors de l'urgence, du fait de l'infection subaiguë. C'est pourquoi nous préférons systématiquement parer la porte d'entrée dès le stade de l'urgence.

Morsures humaines

Les morsures humaines surviennent dans le contexte de rixes et affectent surtout l'articulation métacarpophalangienne. L'infection est souvent polymicrobienne, avec des bacilles gram négatif, staphylocoques, streptocoques, et spécifiquement la présence d'*Eikenella corrodens*. Les mécanismes d'inoculation sont multiples : onychophagie ou léchage d'une plaie, morsure digitale profonde et coup de poing dans les dents d'un adversaire. Ce dernier est le mode le plus fréquent et le plus grave. Il combine une lésion de l'extenseur associée éventuellement à une lésion de la dossière, une arthrite septique MP, une perforation cartilagineuse avec parfois ostéite de la tête métacarpienne. Ces lésions sont vues avec retard du fait du contexte et la synovite chronique avec fistulisation est courante. Le traitement est chirurgical avec une synovectomie articulaire et un curetage osseux en cas d'ostéite. La suture tendineuse et la couverture cutanée par plastie sont réalisées après parage de la fistule. La fermeture de cette « soupape » peut conduire en post-opératoire à une reprise aiguë de l'infection, ce qui impose une surveillance rapprochée, en particulier chez des patients peu compliants.

Conclusion

Les infections de la main revêtent des aspects multiples, d'autant plus que des tableaux cliniques spécifiques peuvent s'associer au cours de la propagation de l'atteinte. La prise en charge précoce conditionne le résultat fonctionnel final et les séquelles enraidissantes ne sont pas rares en dépit d'un traitement bien conduit et à temps. Le phlegmon et les arthrites sont de vraies urgences chirurgicales. L'expérience de l'opérateur et la qualité du parage initial participent indéniablement au succès du traitement et le suivi doit être très vigilant pour dépister toute complication. Le *second-look* chirurgical est un élément à part entière du traitement lorsque l'évolution n'est pas rapidement favorable ; le patient doit être informé de cette éventualité dès le stade de l'urgence.

Références

[1] Babovic N, Cayci C, Carlsen BT. Cat bite infections of the hand : assessment of morbidity and predictors of severe infection. J Hand Surg 2014 ; 39 : 286–90.

[2] Dailiana ZH, Rigopoulos N, Varitimidis S, et al. Purulent flexor tenosynovitis : factors influencing the functional outcome. J Hand Surg Eur Vol 2008 ; 33 : 280–5.

[3] Doyle JR, Blythe WF. Anatomy of the flexor tendon sheath and pulleys of the thumb. J Hand Surg 1977 ; 2 : 149–51.

[4] Doyle JR, Blythe WF. Macroscopic and functional anatomy of the flexor tendon sheath. J Bone Jt Surg 1974 ; 56A : 1094.

[5] Fowler JR, Ilyas AM. Epidemiology of adult acute hand infections at an urban medical center. J Hand Surg 2013 ; 38 : 1189–93.

[6] Green DP, Wolfe SW, editors. Green's operative hand surgery. 6th ed. Philadelphia : Elsevier, Churchill Livingstone ; 2011.

[7] Houshian S, Seyedipour S, Wedderkopp N. Epidemiology of bacterial hand infections. Int J Infect Dis IJID Off Publ Int Soc Infect Dis 2006 ; 10 : 315–9.

[8] Isel M, Merle M. Orthèse de la main et du poignet. Elsevier Masson : Protocoles de rééducation. Issy-les-Moulineaux ; 2012.

[9] Michon J, Bour C. Les infections de la main. Ann Méd Nancy Est 1989 ; 231–8.

[10] Kanavel A. Infections of the hand. 4th ed. Philadelphia : Lea and Febiger ; 1921.

[11] Kanavel A. Infections of the hand. 7th ed. Philadelphia : Lea and Febiger ; 1939.

[12] Kowalski TJ, Thompson LA, Gundrum JD. Antimicrobial management of septic arthritis of the hand and wrist. Infection 2014 ; 42 : 379–84.

[13] Michon J. Phlegmon of the tendon sheaths. Ann Chir 1974 ; 28 : 277–80.

[14] Morecraft R, Blair WF, Brown TD, et al. Acute effects of smoking on digital artery blood flow in humans. J Hand Surg 1994 ; 19 : 1–7.

[15] Osterman M, Draeger R, Stern P. Acute hand infections. J Hand Surg 2014 ; 39 : 1628–35. quiz 1635.

[16] Pang H-N, Teoh L-C, Yam AKT, et al. Factors affecting the prognosis of pyogenic flexor tenosynovitis. J Bone Joint Surg Am 2007 ; 89 : 1742–8.

[17] Philipsen TEJ, Molderez C, Gys T. Cat and dog bites. What to do ? Guidelines for the treatment of cat and dog bites in humans. Acta Chir Belg 2006 ; 106 : 692–5.

[18] Schnall SB, Vu-Rose T, Holtom PD, et al. Tissue pressures in pyogenic flexor tenosynovitis of the finger. Compartment syndrome and its management. J Bone Joint Surg Br 1996 ; 78 : 793–5.